

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra bezpečnostního managementu

**Posouzení spolehlivosti lidského činitele v pracovním
procesu systému řízení BOZP**

Student: Bc. Petr Tomáš

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miluše Váchová

Studijní obor: Bezpečnostní inženýrství

Datum zadání diplomové práce: 30. listopadu 2009

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2010

Místop ísefné prohlá-ení:

Místop ísefn prohlá-uji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatn .

V Ostrav dne 30.4.2010

í í í í í í í

Bc. Petr Tomá-

Anotace

TOMÁŠTM, P. *Posouzení spolehlivosti lidského initele v pracovním procesu systému řízení BOZP*. Diplomová práce. Ostrava: VUT^{VB} TU Ostrava. 2010. 64 stran.

Spolehlivost lidského initele je v současné době velmi diskutovaným tématem, nebo je to právě lidský faktor, jenž má v mnoha případech významný podíl na vzniku nežádoucí události. Proto je nutné provádět detailních rozbor lidské činnosti za účelem trvalého snižování pravděpodobnosti vzniku chyb.

Smyslem této práce je posouzení a zhodnocení spolehlivosti lidského initele v pracovním procesu. Významnou částí je provedení analýzy lidské činnosti a odhalení příčin selhání lidského initele, které je následováno navržením příslušných opatření, které mají za cíl zvýšit spolehlivost lidského faktoru.

Klíčová slova: lidský initel, spolehlivost lidského initele, lidská chyba, faktory ovlivňující výkon, analýza.

Annotation

TOMÁŠTM, P. *Evaluation of Reliability of Human Factor in a Working Process*. Diploma thesis. Ostrava: VUT^{VB} TU Ostrava. 2010. 64 pages.

Reliability of human factor is very discussed subject in the present day because it is the human factor which is one of the reasons of undesired event in many cases. Because of that implementation of detailed analysis is necessary in order to decrease the probability of human error,

The purpose of this work is the evaluation and assessment of reliability of human factor in a working process. The significant part of this thesis is an implementation of analysis of human working and detection of causes of human errors. After that there is the proposition of the appropriate precautions in order to increase reliability of human factor.

Keywords: human factor, reliability of human factor, human error, performance influencing factors, analysis.

OBSAH:

1	Úvod.....	1
2	Právní předpisy zabývající se problematikou lidského initele	5
3	Pracovní úrazovost, spolehlivost a chybování lidského initele	7
3.1	Spolehlivost lidského initele	8
3.1.1	Faktory ovlivňující výkon.....	8
3.2	Chybování lidského initele	10
3.2.1	Definování lidských chyb	11
3.2.2	Taxonomie chyb podle Rasmussena	12
4	Obecné principy posuzování vlivu lidského initele	14
4.1	Základní rámec posouzení vlivu lidské činnosti.....	14
4.2	Posouzení spolehlivosti lidského initele	14
4.3	Posouzení chybování lidského initele	15
4.3.1	Identifikace chyb	15
4.3.2	Identifikace příčin selhání.....	16
4.4	Preventivní opatření ke zvýšení spolehlivosti lidského initele v podniku.....	17
5	Systém lovek-stroj.....	19
5.1	Spolehlivost loveka a spolehlivost stroje.....	20
6	Metody posuzování spolehlivosti lidského initele	22
6.1	Metody pro pravděpodobnostní odhad rizik (PRA – Probability Risk Assessment) ..	22
6.2	Kognitivní a kontrolní metody.....	23
6.3	Metody pro posouzení rozhraní lovek – stroj	23
6.4	Metody orientované na funkci spolehlivost.....	24
6.5	Psychologické metody a nástroje.....	24
6.6	Poznávací simulace	25
7	Detailní charakteristika nejčastěji používaných analýz	26
7.1	Předběžná analýza ohrožení PHA (Preliminary Hazard Analysis).....	26
7.2	Kontrolní seznam (Check List).....	26
7.3	Analýza toho, co se stane kdyby (What – If Analysis)	27
7.4	Analýza ohrožení a provozuschopnosti (Hazard and Operability Analysis).....	27
7.5	Analýza poruch a jejich dopad FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	29
7.6	Analýza lidské spolehlivosti HRA (Human Reliability Analysis)	30
7.7	Analýza stromu poruch FTA (Fault Tree Analysis)	31

7.8	Analýza stromu událostí ETA (Event Tree Analysis).....	32
8	Technologický postup loupání oceli.....	34
8.1	Postup pracovního procesu na stroji T 75/25	34
8.1.1	Přísun materiálu k loupání	35
8.1.2	Vlastní proces loupání	35
8.1.3	Odsun a kontrola materiálu.....	36
8.2	Technická data stroje T 75/25.....	36
8.3	Bezpečnost práce	37
8.3.1	Zásady bezpečnosti práce na stroji T 75/25.....	38
8.3.2	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	39
8.3.3	Zdroje rizik.....	40
8.4	Bezpečnost stroje	41
8.4.1	Aplikace metody FMEA.....	41
8.4.2	Vyhodnocení metody FMEA.....	43
8.4.3	Vliv stroje na fluktuční prostředí.....	44
9	Analýza pracovního procesu zvolenými metodami.....	45
9.1	Analýza účinnosti a metoda What if.....	45
9.2	Hodnocení pravděpodobnosti selhání - metoda TESEO.....	46
9.2.1	Výsledek analytické metody TESEO	48
9.3	Výběr nejvýznamnějších účinností a Paretova analýza	49
9.3.1	Výsledky Paretovy analýzy	52
9.4	Detailní analýza klíčových účinností a Human HAZOP	52
9.5	Přijetí opatření.....	57
10	Závěr	61
	Použitá literatura	63

1 Úvod

S pojmem lidský initel je možné se v poslední době setkat docela často, a ufi v odborných lánkách nebo pracích, i prost ednictvím médií, které tento pojem s oblibou vyufívají. Ten v-ak nebyl dosud jednozna n definován.

P estofe jej r zné zdroje uvád jí r zn , v eské odborné praxi se ustálil termín, podle kterého se za lidský initel ozna uje soubor vlastností a schopností lov ka, posuzovaných p edev-ím z hledisek psychologických a fyziologických, které vfdy n jakým zp sobem v dané situaci ovliv ují výkonnost, efektivnost a spolehlivost pracovního systému.

Pojem lidský initel se v-ak nevztahuje pouze na lov ka samotného, ale také jako zvlá-tní faktor ovliv uje úrove bezpečnosti daného prost edí, a ufi v podniku nebo ve společnosti a sou asn v sob spojuje úrove podnikové kultury, kultury bezpečnosti a celospolečenské kultury.

V sou asnosti se pojem lidský initel v hojné mí e spojuje se spolehlivostí zaměstnanc , resp. lidským chybováním, kdy se vyufívají nej r zn j-í analýzy a metody hodnocení spolehlivosti lov ka v pracovním procesu, kdy vedení podniku usiluje o stanovení opat ení, které zamezí p edcházení neřádných stav , které by mohly nastat v souvislosti s daným pracovním procesem, p ípadn omezí jejich vznik na minimum. Nelze také opomenout problematiku pracovní úrazovosti, jejíž e-ení je nemén d lefité, nebo v domí, fle lov k pracuje v nebezpečném i zdraví závadném prost edí, m fle sniřovat jeho spolehlivost, a tím pádem i efektivnost.

V praktickém výstupu posouzení spolehlivosti lidského initele znamená popisy, informace a prokázání existence a funkce ur itých subsystému a ú innosti opat ení v souvislosti s p edm tným objektem, resp. za ízením a lidským initelem, který m fle ovlivnit bezpečnost provozu a vznik uvařované závažné havárie.

V úvodní ásti diplomové práce je v nována pozornost lidské spolehlivosti a lidským chybám z teoretického hlediska, kdy jsou uvedeny právní p edpisy, které se touto problematikou zabývají. Dále je uvedeno rozdělení metod pro posuzování spolehlivosti lidského initele a metody, které jsou v současné praxi nejvíce vyufívány jsou pak následně detailně charakterizovány.

Druhá část práce řeší problematiku analyzováním spolehlivosti lidského initele u technologického procesu loupání oceli, který je významným elementem hutního průmyslu.

Pozornost je věnována nejenom analýze lidské činnosti při samotném pracovním procesu, ale součástí je i otázka bezpečnosti technologie. Důležitým bodem je také ergonomické posouzení pracovního místa, kdy jsou popsány jednotlivé faktory, které mohou určitým způsobem působit na činnost člověka a ovlivnit tak jeho spolehlivost.

Referencie

Tato diplomová práce se zabývá vlivem lidského faktoru na vznik neřádných událostí v pracovním procesu. Problematice spolehlivosti lidského inženýra se věnuje celá řada publikací, odborných článků i právních předpisů. Z tohoto důvodu jsou zde uvedeny jen ty nejvýznamnější.

Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií, ve znění pozdějších změn.

Tento zákon nařizuje provádět hodnocení spolehlivosti lidského inženýra v rámci zpracování analýzy a hodnocení rizik závažné havárie.

Zákon č. 262/2006 Sb., Zákoník práce, ve znění pozdějších změn.

Zákon ukládá základní povinnosti zaměstnavatele týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, jeho povinnosti v oblasti prevence rizik a povinnosti vůči svým zaměstnancům.

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších změn.

Tento právní předpis stanovuje bližší požadavky na hygienické a ergonomické zajištění pracovního prostředí.

Kirwan, B. A.: Guide to Practical Human Reliability Assessment.

Tato knižní publikace se zabývá praktickým využitím metody *Human Reliability Assessment*. Jednou z metod HRA je metodika TESEO, která umožňuje rychlé přehledné hodnocení činnosti operátorů.

Gilbertová, S., Matoušek, O.: Ergonomie - Optimalizace lidské činnosti

V této publikaci jsou v ní uvedeny nejdůležitější parametry a kritéria ergonomického hodnocení pracovního systému, což může pomoci usnadnit hledání příčin selhávání lidského inženýra.

Procházková D.: Bezpečnost lidského systému

Práce se soustřeďuje na popis, utváření a charakteristiky metod rizikové analýzy, proto byly jimi se vytvářící datová základna pro všechny úvahy o bezpečí a o udržitelném rozvoji lidského systému.

Podniková dokumentace společnosti Tinecké železářny a.s.

Tyto materiály podrobné informace o technologii, jejich jednotlivých částech a funkcích těchto částí, bezpečnost práce a možnosti obsluhy dané technologie. Součástí je také fotodokumentace.

SN EN 60 812. Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)

Tato norma slouží k využití a k vytvoření samotné analýzy FMEA, a k nalezení příčin a důsledků poruch jednotlivých částí analyzované technologie.

SN IEC 61882. Studie nebezpečí a provozuschopnosti (studie HAZOP) - Pokyny k použití

Tato norma obsahuje návod k použití této techniky a k postupu studie HAZOP, včetně definic, přípravy, pracovních postupů HAZOP, výsledné dokumentace a dalšího postupu.

2 Právní předpisy zabývající se problematikou lidského initele

Problematika spolehlivosti lidského initele je podle souasných právních předpisů řešena v rámci zpracování analýzy a hodnocení rizik závažné havárie podle §7 zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií, ve znění pozdějších změn a předpisů.

Způsob tohoto zpracování určuje §2 vyhlášky 252/2006 Sb., o podrobnostech systému prevence závažných havárií, který v odstavci 2 vytyčuje oblasti, pro které se analýza a hodnocení rizik provádí.

Jednou z těchto oblastí je analýza normálních i mimořádných provozních podmínek včetně možného selhání lidského initele, nebo možného vnějšího ohrožení. Příloha č. 1 této vyhlášky pak stanovuje postup zpracování a rozsah analýzy a hodnocení rizika, přičemž posouzení vlivu lidského initele spatřuje v posouzení spolehlivosti a chybování lidského initele v souvislosti s relevantními zdroji rizik.

Pro zavedení požadavků vyplývajících pro provozovatele objektu nebo zařízení s identifikovaným rizikem podle výše uvedeného zákona o prevenci závažných havárií, které zahrnují také požadavek na zpracování dokumentu „Posouzení vlivu lidského initele“, vydalo Ministerstvo životního prostředí v roce 2007 samostatný metodický pokyn. Ten je sice podle preambule určen především správním úřadům, nicméně má napomoci také právníkům a podnikajícím fyzickým osobám, a kontrolním orgánům, které budou provádět inspekce. Pro svou univerzálnost však může být také dobrou pomocí pro podniky, a to i ty, které nespadají pod dikci zákona o prevenci závažných havárií. Výhodou metodického pokynu je to, že v sobě integruje několik obecně uznávaných přístupů používaných pro posuzování spolehlivosti a chybování lidského initele v pracovních systémech.

Existuje řada dalších právních předpisů, které se zabývají problematikou bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) a předcházení vzniku pracovních úrazů. Jedním ze základních předpisů je zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších změn a předpisů. Tento zákon upravuje pracovní právní vztahy tj. vztahy vznikající při výkonu závislé práce mezi zaměstnanci a zaměstnavateli a je základním právním předpisem v oblasti BOZP.

Problematiku BOZP e-í ást pátá (§ 101 - § 108) - jsou zde stanoveny povinnosti zaměstnavatele a práva a povinnosti zaměstnanců ve vztahu k předcházení ohrožení života a zdraví při práci.

Zákoník práce ukládá zaměstnavateli povinnost zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika možného ohrožení jejich života a zdraví a vytvářet bezpečné a zdraví neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky vhodnou organizací BOZP a přijímáním opatření k předcházení rizikům.

Dále je zaměstnavatel povinen soustavně vyhledávat nebezpečné činnosti a procesy pracovního prostředí a pracovních podmínek, zjišťovat jejich příčiny a zdroje a na základě tohoto zjištění vyhledávat a hodnotit rizika a přijímat opatření k jejich odstranění, popřípadě snížení na přijatelnou úroveň.

Dalším důležitýmepisem, který e-í požadavky BOZP je zákon č. 309/2006 Sb., Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších změn a dopisů. Tento zákon upravuje v návaznosti na zákoník práce další požadavky BOZP v pracovních právních vztazích a zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovní právní vztahy. Dále se mimo jiné zabývá problematikou rizikových faktorů pracovních podmínek a kontrolovaných pásem.

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a změnách, kterých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších dopisů, upravuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví a soustavu orgánů ochrany veřejného zdraví, jejich působnost a pravomoc. Dále se v něm v oblasti kategorizace prací a rizikovým pracím, u nichž hrozí možnost vzniku nemocí z povolání nebo jiných nemocí souvisejících s prací.

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších změn a dopisů, pak podrobně e-í jednotlivé rizikové faktory pracovních podmínek a zabývá se blíže hygienickými a ergonomickými požadavky na práci.

3 Pracovní úrazovost, spolehlivost a chybování lidského initele

Pracovní úraz je pro každého zaměstnavatele zcela jistě nepříjemnou událostí. S dobou se rozvíjející pracovní postupy zminily charakter jednotlivých pracovních úrazů a zminil se zejména přístup k pohledu na ně, kdy se již u většiny podniků dostal lidský faktor a lidské zdraví do popředí zájmu na úkor produktivity a prosperity.

Pracovní úraz definuje zákon č. 266/2006 Sb., o úrazovém pojištění zaměstnanců, ve znění pozdějších předpisů. Pracovním úrazem se rozumí poškození zdraví nebo smrt, vzniklé působením vnějších vlivů při plnění pracovních úkolů v souvislosti s ním. Pracovním úrazem není úraz, který se zaměstnanci přihodil cestou do zaměstnání a zpět. Za vnější vlivy jsou považovány vlivy mechanické, chemické a psychické.

Za pracovní úraz je tedy považováno nejen tělesné zranění zaměstnance, které nastalo nezávisle na jeho vůli, ale jakékoli porušení zdraví, kdy mu došlo nezávisle na vůli poškozeného, pokud toto porušení zdraví způsobily vnější vlivy, které jsou svou povahou krátkodobé a je-li zaměstnanec při práci, která je nepřiměřená jeho fyzickým možnostem, a navíc není zvyklý, nucen okamžitým, usilovným vzepětím sil překonávat vnější odpor a zvýšit tak náhle, neobvykle a nadměrně svou námahu.

Při výkonu práce na pracovišti zaměstnavatele mohou vzniknout i specifické a komplikované úrazy. Potom se musí zaměstnavatel zabývat otázkou, zda se vůbec jedná o pracovní úraz. V takovém případě musí být vždy prokázáno, že nastala nějaká souvislost mezi úrazovým dějem a příslušným poškozením zdraví. Za pracovní úraz může být považován i infarkt myokardu, pokud u zaměstnance došlo k náhlému vypětí sil, velké námaze, kdy pracovní úkon přesahuje obvykle hranice každodenní vykonávané práce.

Současné právní předpisy a normy jsou upraveny tak, že umožní vytvořit podmínky pro bezpečnou a zdraví nezávadnou činnost, kdy jsou stanovena nejprve vnější preventivní opatření pro zamezení vzniku pracovního úrazu.

Kromě toho jsou také klasifikovány profese, u nichž existuje možnost vzniku nemoci z povolání. Zde se klade důraz na přísné dodržování předpisů a norem souvisejících s příslušným povoláním. Je nutno provádět pravidelná měření expozic na daných rizikových pracovištích a v případě zjištění nadlimitních hodnot zamezit zaměstnancům, aby jim byli vystaveni.

K prevenci vzniku pracovních úrazů přispívá také celá řada ergonomických norem, které sice nejsou závazné jako právní předpisy, ale rozhodně by se s nimi mělo pracovat a řídit se doporučeními, která jsou v nich uvedena.

Dodržení všech právních předpisů a norem ze strany zaměstnavatele však ještě nezaručuje bezchybné a bezproblémové fungování pracovního procesu, kdy přes veškerou snahu zaměstnavatele zamezit vzniku pracovního úrazu k němu přesto může dojít.

To vše pak souvisí se spolehlivostí zaměstnanců, u nichž se předpokládá, že stejně jako zaměstnavatel dodrží předpisy, budou se jimi řídit také oni. Často nastávají případy, kdy dochází k porušení předpisů, ať už v domě, nebo kvůli lidské chybě, kterou člověk nezamýšlel, a která pak může mít nejrozsáhlejší následky.

3.1 Spolehlivost lidského činitele

Spolehlivost lidského činitele je možné charakterizovat jako vlastnost člověka plnit uložené úkoly s předepsanou přesností v daném časovém intervalu a při daných pracovních podmínkách a lze ho vyjádřit dílčími vlastnostmi, z nichž základní jsou bezchybnost, pohotovost a obnovitelnost činnosti-výkonu.

Spolehlivost lidského činitele určuje jednak povaha člověka, kdy člověk má ze své přirozenosti tendenci provádět chybné výkony, a dále pak prostředí, v němž se činnost odehrává. Tímto prostředím není míněno pouze prostředí fyzikální, chemické a biologické, nýbrž i sociální. Vlivy tohoto prostředí jsou označovány jako PIF's (Performance Influencing Factors). Někdy se můžeme setkat s termínem PSF's (Performance Shaping Factors), který je jiným označením toho samého.

3.1.1 Faktory ovlivňující výkon

Obsluhující personál bývá často vystaven celé řadě vlivů, ať už fyzikálních i psychosociálních a dalších. To samozřejmě vede k fyzickému a duševnímu zatížení. Odolnost vůči konkrétním vlivům je u každého jedince individuální, proto nelze jednoznačně určit, které faktory by měly být v rámci prevence před vznikem lidské chyby sledovány především.

V pracovních systémech navíc působí na člověka vlivy více faktorů souasně, a tak jsou i možné následky jejich kumulativního působení známy jen se značnou nejistotou.

Touto problematikou se zabýval H. J. Bullinger, který definoval korelační matici, v níž vyjádřil vztahy vybraných faktorů prostředí a kvality sledovaných parametrů lidského výkonu. Došel k závěru, že následky kumulativního působení faktorů prostředí na člověka nemusí mít vždy jen negativní charakter. Záleží na způsobu a délce expozice a na odezvě konkrétního jedince, resp. míře jeho tolerance či rezistence vůči danému působení.

Jednotlivé faktory pracovního prostředí ovlivní ani neovlivní člověka z hlediska uvažovaných potenciálních následků. V tomto ohledu se jedná například o to, zda vliv daného faktoru zlepšuje jeho pracovní výkon či jeho pracovní pohodu nebo naopak působí negativně, tj. způsobuje člověku stres či nepohodlí, chronickou újmu na zdraví či dokonce vede až ke vzniku zranění. Tato zjištění poskytují poměrně významné informace z hlediska možného chybění člověka v pracovním systému. Je patrné, že pokud bude člověk na pracovišti vystaven působení daného faktoru s negativní odezvou, bude tento člověk náchylnější k nepozornosti, opožděné reakci, neschopnosti rozeznávat vizuální podněty apod. V konečném důsledku to znamená vznik chyby.

Faktory prostředí	Potenciální pozitivní (žádoucí) následky		Potenciální negativní (nežádoucí) následky			
	Zlepšení pracovního výkonu	Pracovní pohoda	Nepohodlí / stres	Selhání / vznik chyby	Chronická újma na zdraví	Úraz / zranění
Osvětlení	•	•	•	•	○	
Barevné řešení pracoviště	•	•	○	•		
Klima	○	•	•	○	•	
Teplota		•	•			•
Kvalita vzduchu	○	•	•	○	•	
Hluk		○	•	•	•	•
Vibrace		○	•	•	•	•
Fyzická zátěž			•	•		•
Vlhkost			•	•	•	
Nepořádek			•	○	○	

Obrázek 1 - Ovlivnění člověka působením vybraných faktorů pracovního prostředí [20]

Z uvedené tabulky vyplývá, že vybrané faktory mohou na ložiska působit kumulativně. Pokud například k nepohodlí a vzniku stresu působí hluk, vibrace, fyzická zátěž a další, pak jejich souasný výskyt, resp. působení na ložiska, vede k zesilování působení jednotlivých úinků. Proto i při nízkých expozicích jednotlivým faktorům může snadno docházet k mnohem výraznějším neřádným následkům, než jaké by se očekávaly, pokud by jednotlivé faktory působily zvlášť.

Hodnocení PSF, resp. PIF bývá obvykle kvalitativní, ale postupně se prosazuje také semikvantitativní i plně kvantitativní ocenění (zejména pak v souvislosti s predikovanými chybami). Tento způsob představuje prostředek pro získání poměrně rozhodných informací o tom, jak je daný faktor dlehlitý v rámci posuzovaného pracovního systému a tedy i obrázku o úrovni kultury bezpečnosti v podniku. Opakem způsobem ale lze využít PIF jako nástroj pro identifikaci případných příčin vzniklých chyb. Pokud se stane nehoda a na základě vyšetřování je známá konkrétní lidská chyba, která k nehodě vedla, je možné za využítí vhodné metody určit její nejpravděpodobnější příčiny.

3.2 Chybování lidského initele

I když se může termín lidská chyba jevit jednoduše a jednoznačně, pravda je jiná. Tento pojem nebyl dlouhou dobu definován dostatečným způsobem.

Chybu lidského initele lze obecně charakterizovat jako okamžitý stav, který vznikl selháním ložiska, působí tato chyba může přímou způsobit vznik neřádné události.

V současné době se nejčastěji používá definice Jamese T. Reasona, který lidskou chybu formuloval jako obecně použitelný výraz, který zahrnuje všechny události, kde plánovaný sled mentálních nebo fyzických činností nedosahuje zamýšleného výsledku a jestliže tato selhání nemohou být připsána na vrub intervencím jakéhokoliv náhodného působení.

Z toho lze vyvodit, že chyba, které se ložisko dopustí, je založena na nedosažení výsledku nebo cíle a chybování představuje sekvenci přímou souvisejících chyb nebo proces, kdy vznikají chyby, které jsou nepravidelné a nemají vzájemnou souvislost.

Při provádění analýz lidských chyb se rozlišují tři kategorie příčin:

- bezprostřední příčina, což je ta, která vede k výsledku přímou
- příčiny působící, tzn. ty PIF's, které k nehodovému ději určitým způsobem působí (například snížená viditelnost, nevhodná ergonomická konstrukce sdělovací apod.)

- pí iný ko enové, které jsou skryty za adou pí in p ípívajících (nap . p ístup vedení podniku k bezpe nosti)

3.2.1 Definování lidských chyb

P í definování lidského chybování do-lo také k rozli-ení chyb na n kolik typ , které lze ozna it jako škiksō, opomenutí, omyl a v domé poru-ení pravidel.

Kiks (slip) se stane, pokud se lov k snaží vykonat správný úkon, ale provede ho nesprávným zp sobem. Chyby se vztahují na pozorovatelnou ínnost a jsou obvykle spojeny s chybami pozornosti nebo vnímání lov ka. Jednodu-e lze íci, že lov k ví, eho chce docílit, ale ud lá jednoduchou chybu.

Opomenutí (lapse) jsou vnit n j-í události, obvykle jsou to výpadky pam ti, kdy dojde k vynechání n jaké ínnosti.

Omyl (mistake) je chyba, která nastane, pokud lov k vykoná nesprávnou akci. Vykonaná akce m fle být ud lána perfektn , ale není to ta akce, která m la být provedena. Tento typ chyb se odehrává na vy-í úrovni, nefl je vnímání. Jedná se o mentální procesy obsažené p í vyhodnocení informací, které má lov k k dispozici, plánování, formulaci úmyslu a posouzení pravd podobných d sledk plánovaných akcí.

V domé poru-ení pravidel jsou ínnosti, vykonané zám rn , které v-ak nejsou správné. lov k, který takovou ínnost provede, zamý-lí pouze poru-it pravidlo, ale ne trp t moflnými d sledky. Pracovníci n kdy jednají zkratkovit , nebo cht jí dokon it úkol, p ípadn zvý-it svou produktivitu práce.

Nejobtífln ji potla itelným typem chyb je práv v domé poru-ování pravidel, nebo poruchy pravidel bývají vedením tolerovány, n kdy jsou dokonce i vyřadovány. Jsou to zám rná poru-ení bezpe nostních pravidel.

Existuje celá ada faktor , které ovliv ují pravd podobnost poru-ování pravidel. Jsou to faktory, které motivují lov ka k poru-ování pravidel p ímo (p ímé motivy) a dopl kové faktory, které zvy-ují, p ípadn sniřlují pravd podobnost, fle lov k poru-ení spáchá (behaviorální modifikátory).

P ímým motivem k zanedbání povinnosti m fle být nap íklad snaha vyhnout se namáhavé fyzické práci, behaviorálním modifikátorem je zde nedostate n ú ínný dozor, který zvy-uje pravd podobnost zanedbání povinnosti, protofle je zde nízká -ance, fle dojde k odhalení.

Při opomenutí se akce odchylují od úmyslu –patným výkonem nebo chybou při uložení informace. U omylu probíhá sice akce podle stanoveného plánu, avšak plán je –patný, a tím pádem není dosaženo fládoucího výsledku. Klí ovým rozli-ením kiksů nebo opomenutí od omylu je, zda lov k provádí e-ení problému. Chování na úrovni dovednosti představuje senzomotorickou innost, naopak innosti založené na pravidlech a na znalostech se uplat ují tehdy, pokud jde o problém při snaze najít jeho e-ení. P í inou kiksů a opomenutí je snížení pozornosti.

V podstat existují tři zp soby, podle nichž se dá odhalit lidská chyba. Jako první lze uvést sebemonitorovací proces, který je nejú inn j-í na fyziologické a dovednostní úrovni.

M flé se vyzna ovat ur itými environmentálními signály, například pomocí donucovací funkce, která brání dal-ímu pokračování ur ité innosti.

Nebo m flé být objevena druhým lov kem, což představuje jediný zp sob, jak objevit ur ité chyby ve složitých, nebezpečných a stresových situacích.

Rozbory nazna ují, flé asi tři ze čty chyb jsou svými p vodci zji-t ny. Těnce na jejich opravu je nejvy-í u dovednostní úrovn a nejniž-í na úrovni znalostí.

3.2.2 Taxonomie chyb podle Rasmussena

K vytvo ení taxonomie chyb p ísp l Rasmussen, kdy rozli-oval tři úrovn výkonu, které odpovídají snižujícímu se stupni obeznámenosti nebo zku-enosti s daným prostředím nebo úkolem.

innost založená na dovednostech:

lov k provádí rutinní, vysoce nacvi ené úkoly, které je možné charakterizovat jako automatizované. S výjimkou kontroly, která bývá p íležitostná, je toto chování spojeno s malým v domým úsilím. Chyby na této úrovni se týkají vnit ní variability síly, prostoru nebo koordinace asu.

innost založená na pravidlech:

u takových innosti dochází k e-ení situace, která nastává, pokud dojde ke změně situace a tato změna modifikuje na-e p eprogramované chování a daná situace je nám známa nebo jsme v ní vycvi ení. Je to založeno na pravidlech, nebo se aplikují známé postupy. Chyby jsou spojeny se –patnou klasifikací situace, která vede k použití nesprávného pravidla, nebo s nesprávným vzpomenutím si na konkrétní postup.

innost založená na znalostech:

tento druh innosti se odehrává v nových situacích, kdy se nedají použít žádná aplikovatelná pravidla. K dispozici jsou neúplné nebo nesprávné informace. Může mít formu řešení problému, při němž se používá analytického myšlení a uchovaných znalostí.

Školy a opomenutí se vztahují hlavně k innostem založenými na dovednostech, v nichž není mnoho kognitivního úsilí. Malé rozdíly v situacích mohou být nepovšimnuty, například selhání pozornosti. Na jeden krok v pracovním postupu je možné si nevzpomenout.

Omyly se vyskytují zejména při innostech založených na pravidlech a znalostech, kdy například neexistuje pravidlo pro danou situaci, případně není nalezeno správné řešení daného problému.

4 Obecné principy posuzování vlivu lidského initele

Spolehlivost lidského initele představuje složitý a komplexní systém, a proto se metodický pokyn zaměřuje pouze na jeho nejdůležitější části, které ve článku 2 blíže definuje a vymezuje. Jde o vymezení základních tematických okruhů, které je pro správné posouzení vlivu lidského initele na daný objekt, zařízení neboinnost nutno pochopit.

4.1 Základní rámec posouzení vlivu lidské ininnosti

Je nutno vymezit rozsah možného vlivu lidského initele, kdy se posuzuje souvislost s událostmi a procesy, které mohou způsobit vznik a rozvoj neřádnou situace, havárie apod. Jedná se o možné iniciální události, předchodové stavy a řízené procesy, do kterých může lidský initel vstupovat přímo anebo nepřímo, a to prostřednictvím výkonu kontroly nebo řízení zařízení i ininnosti, ve kterých i p i kterých může ke vzniku uvažované neřádnou situace dojít.

Posouzení vlivu lidského initele na systém zahrnuje:

- analýzu vlivu lidské ininnosti na systém, včetně popisu ininnosti provozní obsluhy, před vznikem potenciální iniciální události
- analýzu systému, včetně popisu ininnosti provozní obsluhy, v případě vzniku iniciální události
- opatření pro eliminaci nebo omezení selhání lidského initele s možným následkem vzniku závažné havárie u identifikovaných kritických profesí p i výkonu p íslu-né ininnosti

Tato opatření je možné definovat jen na základě relevantních informací, které jsou získány analýzami spolehlivosti lidského initele. Tyto analýzy popisují vliv člověka na bezpečnost za aktuálních podmínek. Další možnosti pro získání informací jsou analýzy chybování lidského initele, na jejichž základě lze odhalit možné chyby a jejich příčiny. Tyto analýzy se pak dají využít k následnému definování nápravných opatření, která odstraní nebo alespoň omezují opakovaný vznik této chyby.

4.2 Posouzení spolehlivosti lidského initele

Jedná se o analytický proces, který vychází z dokonalé znalosti systému, tj. objektu, zařízení, ininnosti, identifikovaných zdrojů rizik, pracovních pozic a profesí vykonávajících p íslu-nou ininnost a způsobilosti pracovníku k jejich výkonu. Pomocí p íslu-ných analýz jsou

zjišťovány klíčové prvky rozhraní mezi člověkem a technickým systémem a jejich vzájemné interakce. V tomto smyslu je vždy klíčovým problémem zjistit, kde se nachází pomyslná hranice, kde končí úloha stroje či techniky a začíná role člověka. Rozhodující úlohu člověka je nutno dokonale poznat a popsat.

Posouzení vlivu lidského operátora se provádí nejprve v čtyřech základních krocích, kdy se jedná o:

- identifikaci kritických pracovních pozic
- kategorizaci systému člověk o stroj
- analýzu úkolů prováděných při obsluze zařízení identifikovaného jako zdroj rizika
- zjištění osobnostních determinantů spolehlivosti lidského operátora

4.3 Posouzení chybování lidského operátora

Jedná se o proces, který vychází z identifikace a analýzy vzniklých chyb. Jak již bylo uvedeno dříve, chybu lidského operátora lze charakterizovat jako okamžitý stav vzniklý selháním člověka, přičemž tato chyba může vést přímě ke vzniku neřádné události. Selhání pak můžeme chápat jako odchylku od řádného stavu, který je popsán v příslušné dokumentaci jako například výkonový harmonogram nebo popis práce. Každá chyba vzniká na základě působení určitých negativních vlivů prostředí. Pro posouzení chybování lidského operátora je nutno provést detailní identifikaci chyb a prostředí selhání.

4.3.1 Identifikace chyb

Jedná se o proces, kdy dochází ke zjišťování organizačních chyb a chyb lidského operátora, které jsou chápány jako selhání schopnosti řídit a obsluhovat zařízení s rizikem neřádné události či havárie. Tato schopnost má zásadní význam jak pro plně automatizované výrobní systémy, technologie a zařízení, tak pro ty, které vyžadují značný podíl manuální obsluhy. I když se v této oblasti jedná o manuální obsluhu ve výrobních provozech, například ovládání ventilů, přesto lze za manuální obsluhu považovat také používání PC při řízení výrobních procesů.

Chybování a selhání lidského operátora a jejich dopad na bezpečnost by měly být pečlivě a opakovaně posuzovány, prověřovány a zaznamenávány.

Pokud se hovoří o možných chybách a selháních lidského initele, uvádí se například tyto chybové módy:

- chyby obsluhy (záměny ovladačů, chybná manipulace s ventily apod.)
- odpojení bezprostředních systémů v důsledku chyby obsluhy
- chyby při mísení látek
- chyby v komunikaci obsluhy
- nepatřičně provedené servisní a údržbářské práce
- nepatřičně provedené sváry
- chyby a selhání obsluhy při řízení technologie na velínech

4.3.2 Identifikace příčin selhání

Jedná se o jednu z nejobtížnějších částí posouzení vlivu lidského initele na objekt činnosti, protože směřuje k předpovědi něho, co se ještě nestalo, ale zároveň jsou zjišťovány faktory, které mohou k této chybě za stávajícího stavu a podmínek nastat kdy v budoucnu věst.

Nejvýznamnější druhy lidských chyb a jejich obecných příčin se dá shrnout následovně :

- chyby, kterým lze předejít lepším vzklením nebo pokyny, tj. osoba, která se chyby dopustila, nevěděla, co má dělat
- chyby, kterým nelze předejít lepším motivací, tj. osoba, která se chyby dopustila, věděla, co má dělat, ale neudělala to, protože se rozhodla to neudělat
- chyby způsobené nedostatkem fyzických nebo psychických schopností
- chyby způsobené snížením nebo krátkodobou ztrátou pozornosti

Na vzniku výsledné chyby se zpravidla podílí více než jeden z těchto faktorů. Podrobnou analýzou je možné jako nejčastější příčiny chybování proto odhalit zejména:

- nízkou úroveň vnímání rizik pracovníky obsluhy
- nedostatečnou kvalifikaci, trénovanost, osobnostní a zdravotní předpoklady personálu
- nevybavenost obsluhy zařízení a velitel jasnými a jednoznačnými instrukcemi pro výkon pracovní činnosti
- nepřiměřené systémy a výkon kontroly a řízení personálu
- nedostatečnou nebo nesprávnou informovanost obsluhy
- nevhodné a nepříznivé pracovní podmínky a pracovní prostředí

- nesprávně stanovené technologické, bezpečnostní a havarijní postupy, nesoulad mezi bezpečnostními a ekonomickými prioritami provozovatele

4.4 Preventivní opatření ke zvýšení spolehlivosti lidského initele v podniku

Velmi důležitý je taktický lánek 3, ve kterém je vnovaná pozornost rozsahu navrhování a způsobu provádění opatření, která směřují ke zvýšení spolehlivosti lidského initele, a to v kontextu na jednotlivé analyzované oblasti.

Základním preventivním opatřením ke zvýšení spolehlivosti lidského initele na základě provedené kategorizace systému člověk-stroj musí být stanovení minimálních požadavků a nároků na:

- člověka (schopnosti, znalosti, výkonnost, odolnost, zdravotní stav, osobnostní faktory)
- pracovní prostředí (nároky na jednotlivé faktory a jejich komplexní působení, minimální standardy veličin a dispenzace, optimalizace limit jednotlivých faktorů)
- pracovní podmínky (reflexe práce a odpočinku, smíšenost, motivace, řízení, kontrola)
- sledování sociálních a mimopracovních faktorů
- řešení problémů v souvislosti s výsledky subjektivního hodnocení pracovníky
- vyšetřování havárií a nehod (i bez následků) s ohledem na vliv lidského initele a jejich promítnutí do bezpečnostních systémů a preventivních opatření
- optimalizaci technických a ergonomických parametrů softwaru a hardwaru

Preventivní opatření, která by měla vyplývat z provedených analýz úkolů a činností, by měla především řešit problémy vyplývající z obsahové stránky provozních dokumentů a jejich současném posouzení reálného stavu. Jedná se tedy o definování následujících druhů opatření:

- změny v pracovních postupech (odstranění zbytečných nejasností, odporujících si skutečností, dvojsmyslností nebo nesrozumitelných pokynů apod.)
- změny v organizaci práce (úprava organizačních schémat, personálního zajištění, koordinace mezi pracovníky, zodpovědnosti, optimalizace pracovních činností, rychlost provádění dílčích úkolů apod.)
- změny v materiálně-technickém zajištění podmínek potřebami, které vyplývají z charakteru používaných zařízení nebo potřeb provozního personálu (zajištění prvků pasivní ochrany, technických doplnků, chybějících částí zařízení, komunikačních prostředků, osvětlení, krytí apod.)

- změny v ovládní (nahrazení zásahů vhodnou automatizací apod.)
- zabezpečení potřebných lidských zdrojů apod.

Zjištění osobnostních determinant spolehlivosti lidského initele by mělo umožnit odhalit slabá místa v personálním zajištění na příslušných kritických pracovních pozicích. Tato analýza je cílená a měla by odhalovat osobnostní charakteristiky konkrétních pracovníků. Tyto charakteristiky by měly následně porovnány s osobnostními předpoklady stanovenými pro příslušné pozice a srovnáním by mělo být určeno, zda:

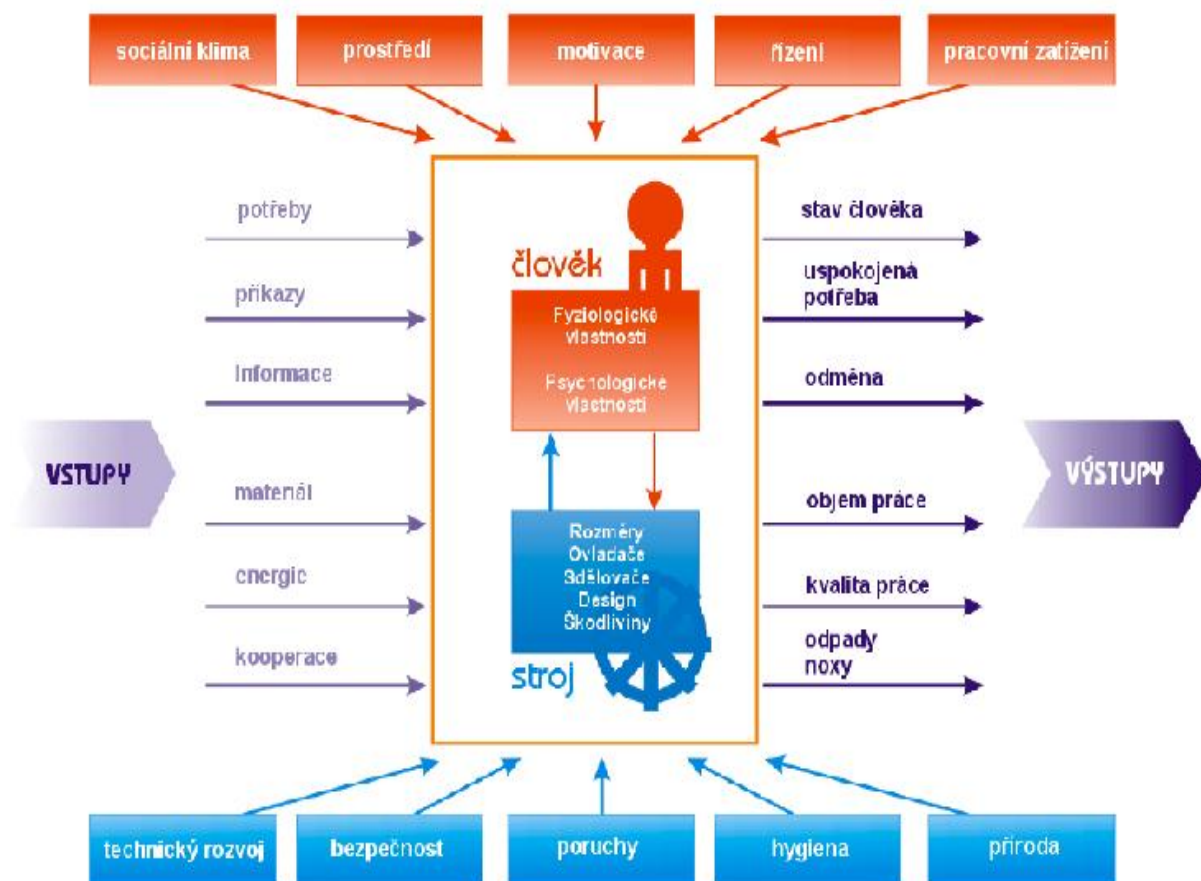
- došlo k provedení správného výběru pracovníků podle jejich osobnostních charakteristik, a zda byly uplatněny požadavky výběru
- příslušní pracovníci nevykazují výrazné odchylky od předepsaných determinantů
- jsou osobnostní předpoklady stanovené pro výkon na příslušných pozicích vhodně nastaveny
- jsou příslušní pracovníci podrobeni potřebné systematické péči, školení, tréninku, posilování apod.
- dochází k potřebnému zjištění vzájemné vazby od pracovníků na kritických pracovních pozicích

5 Systém člověk-stroj

Systém člověk-stroj představuje soustava, která se skládá z pracovníků nebo pracovních skupin a pracovních prostředků (stroje i technická zařízení) v etn pracovního prostředí, a v ní jsou určitým způsobem rozděleny funkce mezi lidské a technické komponenty a její cíl je přesně vymezen a je realizován v daném pracovním prostředí.

Komponenty stroje je nutno chápat v širším pojetí jako pracovní prostředek poňaje jednoduchým nástrojem i ná adím přes jedno i víceú elový stroj i technické zařízení, ať po řídící centrum. Spolehlivost výkonu celého systému je dána spolehlivostí člověka a spolehlivostí stroje.

Systém člověk-stroj představuje z ergonomického hlediska část pracovního systému, který je ovlivňován adou vn ějších vliv ů, z nichž n které působí pouze na člověka a jiné pouze na stroj.



Obrázek 2 - Prvky systému člověk-stroj a jeho interakce s faktory prostředí [19]

5.1 Spolehlivost člověka a spolehlivost stroje

Spolehlivost systému člověk-stroj je pravděpodobnost, že nedojde ke vzniku chybné operace, což lze vyjádřit následující rovnicí:

$$S = 1 - (P_s \times P_h)$$

S – pravděpodobnost, že nedojde ke vzniku chybné operace

P_s – pravděpodobnost, že chybnou operaci vykoná stroj

P_h – pravděpodobnost, že chybnou operaci vykoná člověk

Spolehlivost člověka i stroje se dá posuzovat za pomoci nejrozličnějších metod, pomocí kterých se provádí systematická a srovnávací analýza. Ta je zaměřena na hodnocení, v jakých attributech poskytuje člověk lepší výkonové vlastnosti než stroj.

V následujících bodech jsou uvedeny výhody a omezení člověka, resp. stroje.

Člověk je lepší:

- v registrování slabých vizuálních, akustických a chemických impulsů
- v chápání a rozpoznávání vzorů
- v improvizaci a používání flexibilních procedur
- v ukládání informací pro dlouhá časová období a připomínání aktuálně potřebných, relevantních částí
- ve vyvozování úvah a závěrů
- v osvojování názorů
- ve změně strategie

Stroj je lepší:

- v rychlosti odpovědi a reakci na vstupní signály
- v hladkém a přesném vyvíjení velkých sil
- v ukládání strukturovaných informací a totálním vynulování
- v předpovídání následných akcí
- v přesném opakování stejných operací

Z obecného hlediska lze konstatovat, že člověk je méně spolehlivý při konání obvyklých, opakujících se činností než stroj. Proto je zřejmé, že projektanti technologií musejí jednotlivá zařízení navrhnout tak, aby měl člověk při zajištění takové úkoly, které je schopný efektivně zvládnout, a pro jejich splnění disponuje potřebnými výkonovými vlastnostmi.

Oproti tomu stroj by měl vykonávat špičkově a jednotvárné činnosti, u nichž je riziko lidského selhání nejvyšší. Stroj se za všech okolností chová podle naprogramovaného algoritmu, čímž je pravděpodobnost jeho selhání téměř nulová. Pokud dojde u stroje k vykonání chybné operace, je to v důsledku záporů nebo chybným algoritmem, anebo chybnou obsluhou, tedy pochybením na straně člověka. Výjimkou mohou být neovlivnitelné vnější vlivy nebo materiálové opotřebení.

Společnými rysy představujícími problémy pro operátora ve složitých situacích jsou složitost (mnoho vzájemně závislých proměnných, které nemohou být pochopeny a interpretovány jednotlivě, ale pouze ve vzájemném kontextu) dynamika (světové změny a časový stres) a nepřehlednost (např. nedostatečná viditelnost sdělovacího kanálu).

Lidé mívají obvykle problémy v situacích, kdy musí čelit složitým, běžně se nevyskytujícím situacím, k jejich řešení musejí náhle přistoupit. V takových případech vznikají různé selhání. Jedná se především o:

- selhání při hodnocení postavení a důležitosti specifických cílů
- selhání při přehodnocování důležitosti a priorit po zkušenostech z jiné nestandardní činnosti mimo řádné události
- selhání při předvídání vedlejších účinků a důsledků v dlouhodobém horizontu
- selhání při shromažďování potřebných informací v potřebné kvalitě a množství
- selhání při neuvědomění si, že akce mohou mít zpožděné následky, to znamená, že důsledek provedené operace nenastane ihned
- selhání při konstrukci vhodného systémového komplexu vycházejícího z jednotlivých modelových situací
- selhání při sledování vývoje a pokroku a následném přehodnocení akcí

Požadavky kladené na člověka, jeho reakce a chování se projevují při jednání operátorů v průběhu kritických situací zcela jinak než při běžném provozu. Chování v kritických situacích se v zásadě vyznačuje: snížením sebereflexe, snížením schopnosti systematického přístupu při řešení úkolů, ztrátou samokontroly, zvýšením poruchovitosti práce a nařízení i zvýšením rizikového chování.

6 Metody posuzování spolehlivosti lidského initele

Pro analýzu a hodnocení rizik se používá velmi mnoho přístupů, metodik a v dnešní době už i softwarových nástrojů. Jsou založeny na modelech jednoduchých i složitějších, čímž je pak samozřejmě ovlivněna správnost a spolehlivost výsledků. Z metodologického hlediska je každá metoda založena na určitém procesním modelu, který simuluje určitou možnou situaci nebo skupinu možných situací, které mohou nastat v lidském systému. Metody hodnocení spolehlivosti lidského initele je možno rozdělit do několika větších skupin.

6.1 Metody pro pravděpodobnostní odhad rizik (PRA – Probability Risk Assessment)

PRA je systematická a komplexní metodika pro hodnocení rizik, která definuje riziko jako možný nepříznivý následek nějaké činnosti nebo akce.

Tato metoda charakterizuje riziko dvěma veličinami a to:

- velikosti i závažnosti možných nepříznivých následků
- možnosti i pravděpodobnosti výskytu jednotlivých následků

Následky jsou vyjádřeny číselně (např. počet osob, které jsou potenciálně zraněny i usmrceny) a jejich možnost výskytu je vyjádřena jako pravděpodobnost nebo frekvence (tj. množství výskytů nebo jejich pravděpodobnost za jednotku času). Celkové riziko je pak očekávaná ztráta, což je hodnota, kterou tvoří následky násobené pravděpodobností jejich vzniku.

PRA obvykle poskytuje odpovědi na tyto základní otázky:

- k jakým neřádným stavům může dojít u sledovaného technologického zařízení nebo jaké iniciální události mohou vést ke vzniku neřádného stavu
- jaké velké mohou nastat škody, pokud je technologické zařízení vystaveno iniciální události a nakonec dojde ke vzniku neřádného stavu
- jakým způsobem může dojít k výskytu těchto neřádných stavů, jaká je pravděpodobnost nebo frekvence jejich výskytu

Pro získání odpovědí na tyto otázky se běžně používají dvě metody, kterými jsou Analýza stromem událostí ETA (Event Tree Analysis) a analýza stromem poruch FTA (Fault Tree Analysis).

Krom uvedených metod lze pro pravděpodobnostní odhad rizik využít také metodu Analýza lidské spolehlivosti HRA (Human Reliability Assessment).

PRA studie se úspěšně využívají u složitých technologických systémů ve všech fázích životního cyklu od konceptu a po bezpečné vyřazení z provozu.

6.2 Kognitivní a kontrolní metody

Do této skupiny spadají tři druhy metod, kterými jsou analýzy úkolů a činností, kognitivní modely a metody založené na taxonomii chyb a chybových módech.

Analýzy úkolů a činností

Účelem je posoudit spolehlivost člověka, který daný úkol vykonává a nalézt kritická místa, při nichž může dojít ke vzniku chyby nebo chybné operace. Posouzení chybování pak lze využít pro kvantifikaci spolehlivosti lidského operátora (např. v HRA). Identifikace chybových módů a analýza chyb umožní odhalovat příčiny selhání lidského operátora.

Kognitivní modely

Tyto metody zkouší modelovat výkonové parametry člověka a zaměřují se na ty úkoly, které vyžadují aktivní mentální aktivitu člověka o myšlení. Mohou být aplikovány ve zprůměrovaném pohledu, tzn. retrospektivně nebo k předpovídání prediktivně.

Metody založené na taxonomii chyb

Metody slouží pro analýzu způsobu vzniku poruchy. Identifikují množství chyb pomocí detailní analýzy PIF's v kontextu s determinanty pracovního systému a osobnostními determinanty pracovníků. Jsou založeny na ergonomických znalostech a často využívají dotazníky pro identifikaci chybových módů. Tyto metody jsou konstruovány na základě empirických zkušeností.

V této skupině lze použít metody HTA, TAFEI, PHEA, TOR

6.3 Metody pro posouzení rozhraní člověk-železný stroj

Tyto metody slouží ke zjištění vhodnosti nebo nevhodnosti použitých komponent stroje a jeho celkového ergonomického řešení, resp. míry negativního ovlivnění obsluhy při práci se zařízením.

Provádí se v rámci jednotlivých fází životního cyklu daného zařízení od konceptu přes návrh, prototyp až po provoz.

Při posuzování technologického zařízení se využívají tři typy analýz. První možností je použití funkčních analýz, které slouží k posouzení rozsahu a využití podpůrných funkcí zařízení. Další možností jsou analýzy scénáře, pomocí nichž je možno provést analýzu jednotlivých dílčích sekvencí výkonových aktivit spojených s ovládáním zařízení. Třetím typem jsou strukturální analýzy, což jsou nedestruktivní metody pro testování konstrukce.

Posouzení pak umožňuje zjistit:

- chybění rolů při používání zařízení
- časový snímek práce se zařízením
- upotřebitelnost zařízení
- designové řešení

Používanými metodami jsou HTA, PHEA, TAFEI

6.4 Metody orientované na funkční spolehlivost

Jsou děleny do tří základních skupin. Do první patří kvalitativní metody pro analýzu nebezpečí, které využívají induktivní a pronikavý přístup podobný diskuzi. Jsou vhodné pro složitě uspořádané pracovní systémy s množstvím problémů nebo pro návrh nových systémů. Druhou skupinu tvoří stromové metody, které provádějí modelování systému pomocí vytváření v podobě stromu. Třetí skupinou jsou metody pro dynamické systémy.

Využívanými metodami jsou například HAZOP, FMEA, FTA

6.5 Psychologické metody a nástroje

Jsou postaveny na znalosti a porozumění faktorům ovlivňujícím výkon rolů. Metody jsou konstruovány tak, aby bylo možné identifikovat příčiny chyb anebo mechanismy, které vedou ke vzniku chyb. Aplikují se zobecněné psychologické teorie nebo modely pro řešení problematických míst pracovního systému. Vybrané metody se pak používají pro analýzu osobnostních determinant pracovníků.

Používají se metody pro hodnocení osobnostních determinant rolů, psychologické dotazníky, metody pro posouzení firemní kultury.

6.6 Poznávací simulace

Do této kategorie lze zařadit především počítačové simulace pracovních aktivit a výkon operátorů. Počítačové simulace modelují předpovědi vykonání nebo nevykonání chybného úkonu nebo operace v rámci plnění sledovaného úkolu.

Obecně jsou založeny na znalostních bázích chování člověka a představují nejvíce sofistikovaný přístup pro identifikaci selhání lidského operátora.

7 Detailní charakteristika nejběžněji používaných analýz

7.1 Předběžná analýza ohrožení PHA (Preliminary Hazard Analysis)

Předběžná analýza ohrožení je postup na vyhledávání nebezpečných stavů (tj. nouzových situací), jejich příčin a dopadů a na jejich zařazení do kategorií dle předem stanovených kritérií (nejčastěji se v praxi používají kategorie závažnosti 0 - 5). Koncept PHA ve své podstatě představuje soubor různých technik, vhodných pro posouzení rizika. V souhrnu se nejčastěji pod touto zkratkou jedná o následující techniky posuzování:

- what-if
- what-if/checklist
- hazard and operability analysis
- failure mode and effects analysis
- fault tree analysis
- kombinace těchto metod

Je nejčastěji prováděna v počátečních projektování procesu, kdy je ještě málo informací o navrhovaných detailech nebo provozních podmínkách, a je často předchůdcem další analýzy zdrojů rizika.

Jeden nebo více analytiků zhodnotí významnost zdrojů rizika procesu a seřadí je podle naléhavosti pro každou jednotlivou situaci. Pořadí v seznamu je určováno k upravení vzhledem k doporučením vyplývajícím z analýzy pro zlepšení bezpečnosti.

PHA umožňuje kvalitativní popis zdrojů rizika vztažených k projektu procesu, a rovněž poskytuje kvalitativní seřazení nebezpečných nouzových situací, což může být použito k upravení doporučení pro snížení nebo omezení nebezpečí v následných fázích životnosti procesu.

7.2 Kontrolní seznam (Check List)

Kontrolní seznam je postup založený na systematické kontrole plnění předem stanovených podmínek a opatření. Seznamy kontrolních otázek jsou zpravidla generovány na základě seznamu charakteristik sledovaného systému nebo podmínek, které souvisejí se systémem a potenciálními dopady, selháním prvků systému a vznikem škod. Jejich struktura se může lišit od jednoduchého seznamu až po složitý formulář, který umožňuje zahrnout různé relativní důležitosti parametru v rámci daného souboru.

Pomocí kontrolního seznamu se ověřuje například stav provozu, stav plnění požadavků. Zjišťuje se jím stav informovanosti o daném objektu, procesu apod. Sleduje se pomocí tohoto seznamu jakýsoubor činností apod.

Analýza kontrolním seznamem se používá jednoduše a může být aplikována v kterémkoli stádiu řízení procesu. Kontrolní seznamy mohou být použity k detailnímu seznámení nezkušeného personálu s procesem pomocí srovnávání procesních vlastností s různými požadavky kontrolního seznamu.

Tradiční kontrolní seznamy slouží především jako pojistka toho, aby se organizace shodovala se standardní praxí. Analytik pro vytvoření tradičního kontrolního seznamu definuje standardní projektové nebo provozní postupy, pak je používá k vytvoření seznamu otázek založených na nedostacích nebo rozdílech. Vyplněný kontrolní seznam obsahuje na dané otázky odpovědi typu šano nebo šne. Kvalitativní výsledky se liší podle jednotlivé situace, ale obecně vedou k rozhodnutí typu šano nebo šne podle shody se standardními postupy.

7.3 Analýza toho, co se stane když (What If Analysis)

Analýza toho, co se stane když je postup na hledání možných dopadů vybraných provozních situací. Technika šCo se stane, když ... je prístup spontánní diskuze a hledání nápadů, ve které skupina zkušených lidí dobře obeznámená s procesem klade otázky nebo vyslovuje úvahy o možných nečekaných událostech.

Zapisovatel obvykle zaznamenává všechny otázky. Otázky jsou formulovány na základě zkušeností a aplikovány na existující nákresy a popisy procesu. U sledovaného procesu mohou vyšetřování zahrnovat i rozhovory s personálem, který není zastoupen v týmu pro hodnocení zdrojů rizika. Není stanoven žádný pevný vzor nebo pořadí pro takové otázky, ledaže by vedoucí týmu provedl logické rozdělení procesu do funkčních oblastí. Otázky se mohou týkat jakýchkoli zvláštních podmínek vztahujících se k procesu, tj. nejen selhání komponent nebo odchylek procesu.

7.4 Analýza ohrožení a provozuschopnosti (Hazard and Operability Analysis)

Účelem analýzy HAZOP je pozorná systematickým způsobem prozkoumat proces nebo činnost a stanovit, zda procesní odchylky mohou vést k nečekaným dopadům. HAZOP tým prochází a probírá seznam možných příčin a dopadů odchylky stejně jako existující ochrany zabráňující dané odchylce.

Zkoušený vedoucí vede systematicky tím jednotlivými schémata procesu a používá k tomu stálou sadu slov, tzv. klíčová slova. Tato klíčová slova jsou aplikována na jednotlivé body v procesních schématech a jsou kombinována se specifickými procesními parametry tak, aby byly identifikovány možné odchylky od zamýšlených provozních ukazatelů.

Pokud tým zjistí nedostatečnou ochranu proti existující v rohodné odchylce obvykle doporučí přijmout opatření pro snížení rizika.

Tabulka 1 - Klíčová slova a jejich význam

Klíčové slovo	Význam klíčového slova
NEPROVEDENO	innost neprovedena
OPAKOVÁNO	innost provedena vícekrát
MÉN	innost provedena méněkrát nebo s menší intenzitou
VÍCE	innost provedena vícekrát nebo s větší intenzitou
DÍVE	innost provedena dříve
POZDÍ	innost provedena později
TAKÉ	provedena ještě jiná innost
OBRÁCEN	nedodržena správná posloupnost innosti
JINÝ NEŽ	provedena jiná innost
ÁST	innost provedena částečně

Postup při studii metodou HAZOP lze popsat následujícími kroky:

- **Popis účelu (funkce) systému (subsystému)** - předpokládá se, že jeden subsystém má jednu základní funkci.
- **Popis odchylky od požadovaného účelu** - využítí uvedených, definovaných, klíčových slov.
- **Nalezení příčin nebo kombinace příčin vedoucích k odchylce** - hledání odpovědi na otázku, "co se stane, když...", "co mohlo způsobit, že..." apod.
- **Stanovení možných důsledků a provozních potřeb a doporučení opatření.**

7.5 Analýza poruch a jejich dopad FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Analýza poruch a jejich dopad je postup založený na rozboru způsobů vzniku poruch a jejich důsledků, který umožňuje hledání dopadů a příčin na základě systematicky a strukturovaně vymezených poruch zařízení. Slouží ke kontrole jednotlivých prvků projektového návrhu systému a jeho provozu. Představuje procesní model určitého typu, kde se předpokládá kvantitativní přístup k řešení. Využívá se především pro vážná rizika a zdravotně nebezpečné případy. Zkušenosti s metodou FMEA jsou nejvíce v různých ekonomických sektorech včetně leteckého a automobilového průmyslu, v sektoru obrany apod.

Při analýze FMEA je vytvářena tabulka způsobů poruch zařízení a jejich dopadů na systém nebo podnik. Poruchový stav popisuje, jak zařízení selže (v otevřené poloze, zavřené poloze, v chodu, ve vypnutém stavu, únik atd.). Dopad způsobené poruchy je určen reakcí systému na selhání zařízení. FMEA identifikuje jednoduché způsobů poruchy, které buď přímo vedou k nehodě, nebo k ní významně přispívají.

Účelem FMEA je identifikovat způsobů poruch jednotlivých zařízení systému a potenciální dopad nebo dopady každého způsobů poruchy na systém nebo podnik. Tato analýza typicky vytváří doporučení pro zvýšení spolehlivosti zařízení a tím také pro zlepšení bezpečnosti procesu. FMEA vytváří kvalitativní, systematický seznam odkazů na zařízení, způsobů jeho poruch a jejich dopadů. Součástí je i vyhodnocení dopadů nejhoršího případu plynoucího z jednotlivých poruch.

FMEA může být snadno aktualizována po změnách v projektu nebo systému podniku. Výsledky FMEA jsou obvykle dokumentovány v tabulkové podobě. Analytici obvykle uvedou návrhy pro zlepšení bezpečnosti u příslušných položek v tabulce.

Analýza FMEA vyžaduje následující zdroje dat a informací:

- seznam zařízení systému nebo podniku
- znalost funkcí zařízení a způsobů poruch
- znalost funkcí systému nebo podniku a odezev na selhání zařízení

Analýzy FMEA mohou být prováděny jedním analytikem, ale takové analýzy by měly být revidovány dalšími odborníky, aby byla zajištěna úplnost. Požadavky na personál se mohou říznit podle velikosti a složitosti položek zařízení, které se má analyzovat. Včetně

analytikové zapojení do provádění metody FMEA by měli být seznámeni s funkcemi zařízení a způsobem poruch a tím, jak mohou poruchy ovlivnit ostatní části systému nebo podniku.

Doba a náklady analýzy FMEA jsou úměrné velikosti procesu a počtu analyzovaných komponent. V průměru je jedna hodina dostatečně dlouhá doba pro analýzu dvou až čtyř polofek zařízení. Stejně jako při jakékoli studii hodnocení zdrojů rizika systém s podobným zařízením, které vykonává podobné funkce, je potřebná doba výrazně zkrácena díky opakování se povaze těchto hodnocení.

7.6 Analýza lidské spolehlivosti HRA (Human Reliability Analysis)

Analýza lidské spolehlivosti je postup na posouzení vlivu lidského initele na výskyt selhání, poruch a nehod objektů a procesů, v kterých jejich dopad. Koncept analýzy lidské spolehlivosti HRA směřuje k systematickému posouzení lidského faktoru (Human Factors) a lidské chyby (Human Error). Ve své podstatě patří do zastřešující kategorie konceptu předfinálního posuzování PHA. Zahrnuje přístupy mikroergonomické (vztah člověk-stroj) a makroergonomické (vztah systému člověk-technologie). Analýza HRA má těsnou vazbu na aktuálně platné pracovní předpisy především z hlediska bezpečnosti práce. Uplatnění metody HRA musí vytvořit integrovaný problém bezpečnosti provozu a lidského faktoru v mezních situacích reálných havarijních scénářů.

Analýza lidské spolehlivosti je systematické hodnocení faktorů, které ovlivní výkonnost operátorů, údržbářů, techniků a ostatního personálu podniku. Zahrnuje jeden z několika typů obtížných analýz, které popisují fyzikální charakteristiky a charakteristiky prostředí společně s dovednostmi, znalostmi a schopnostmi vyžadovaných od těch, kdo provádějí zkoumané úkony. Analýza spolehlivosti člověka identifikuje situace náchylné k chybám nebo omylům, které mohou vést k nehodám. Analýza lidské spolehlivosti může být také použita ke stopování příčin lidských chyb. Analýza HRA se obvykle provádí ve spojení s jinými technikami hodnocení zdrojů rizika.

Účelem analýzy lidské spolehlivosti je identifikovat potenciální lidské chyby a jejich dopady nebo identifikovat příčiny lidských chyb. Tato metoda systematicky vyjmenovává chyby, které se mohou vyskytnout buď normálního, abnormálního nebo nouzového provozu, faktory přispívající k takovým chybám a navrhované změny systému pro snížení pravděpodobnosti takových chyb. Výsledky jsou povahy kvalitativní, ale mohou být i kvantifikovány. Taková analýza v sobě zahrnuje identifikování vzájemných vztahů systému ovlivněných jednotlivými chybami a seřazení těchto chyb ve vztahu k ostatním na základě

pravd podobnosti výskytu nebo závažnosti dopadů. Výsledky jsou snadno aktualizovatelné při změnách projektu, systému, podniku nebo trénovanosti personálu.

Použití analýzy spolehlivosti člověka vyžaduje následující data a informační zdroje:

- procesní postupy
- informace z rozhovoru s personálem
- znalosti o rozmístění, funkci a rozložení procesu
- umístění řídicího panelu a výstražného systému

Požadavky na počet lidí v týmu se liší podle rozsahu analýzy. Obecně by měli být schopni provést analýzu HRA pro proces jeden nebo dva analytici znalí problematiky lidského faktoru. Analytik nebo analytici by měli ovládat techniky rozhovorů a měli by mít přístup k:

- personálu podniku
- souvisejícím informacím, jako jsou postupy a schematické nákresy
- zařízení

Analytik by měl být obeznámen (nebo znát někoho, kdo je obeznámen) s odezvou podniku nebo procesu na nejčastější lidské chyby nebo s dopady způsobenými takovými chybami.

Doba a náklady na analýzu spolehlivosti člověka jsou úměrné velikosti a počtu úkolů, systémů nebo chyb, které mají být analyzovány. Pouze jedna hodina by měla stačit na provedení základní HRA pro úkoly spojené s jednoduchým procesním postupem. Doba požadovaná pro identifikaci pravd podobných zdrojů daného typu chyby se sníží podle složitosti obsažených úkolů, ale tato analýza by měla být dokončena také v době jedné hodiny. Pokud byly výsledky analýzy jednoduchého úkolu použity prozkoumání několika zdrojů možných lidských chyb, pak by se doba na identifikaci jednoho zdroje významně zkrátila. Identifikování potenciálních změn vedoucích ke snížení dopadu lidských chyb by pak podstatně nezvýšilo časovou náročnost na analýzy lidských chyb.

7.7 Analýza stromu poruch FTA (Fault Tree Analysis)

Analýza stromu poruch je postup založený na systematickém zpětném rozboru událostí za využití etických příčin, které mohou vést k vybrané vrcholové události. Na základě faktů o procesech a jevech se odhalují možné etické události, které vedou ke zjištěné poruše.

Metoda FTA je graficko-analytická pop . graficko-statistická metoda. Názorné zobrazení stromu poruch představuje rozv tvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Hlavním cílem analýzy metodou stromu poruch je posoudit pravd podobnost vrcholové události s využitím analytických nebo statistických metod. Proces dedukce ur uje r zné kombinace hardwarových a softwarových poruch a lidských chyb, které mohou zp sobit výskyt specifikované neřádoucí události na vrcholu. Metoda pouřlívá logická hradla stromu poruch, které popisují vzájemné vztahy mezi vstupy a výstupy popsanych událostí. Metoda FTA je s úspěchem pouřlívána v r zných pr myslových odv tvích pro posuzování spolehlivosti provozu výrobní technologie.

Síla FTA jako kvalitativního nástroje je v její schopnosti identifikovat kombinace základních poruch zařízení a lidských chyb, které mohou vést k nehod . To analytikovi umožní zam ít se na preventivní nebo zmír ující opat ení týkající se významných základních p í in tak, aby byla snížena pravd podobnost vzniku nehody.

FTA vytvá í logické modely poruch systému. Tyto modely pouřlívají Booleanových logických hradel (nap . AND, OR) pro popis zp sobu, jako mohou být selhání systému a lidské chyby zkombinovány, tak aby zap í inily velkou systémovou poruchu.

Pouřlítí techniky FTA vyřlazuje detailn :

- porozum t tomu, jak podnik nebo systém fungují
- porozum t nákres m a postup m
- znát zp soby selhání komponent a dopad takových selhání

Doba a náklady na provedení FTA závisí na složitosti systému, kterých se analýza týká, a na stupni podrobnosti této analýzy. Modelování jediné vrcholové události jednoduchého procesu zku-eným týmem by vyřladovalo i mén než jeden den. Složitě systémy nebo velké problémy s mnořstvím potenciálních nehodových událostí by vyřladovaly mnoho týdn nebo m síc i se zku-eným týmem analytik .

7.8 Analýza stromu událostí ETA (Event Tree Analysis)

Analýza stromu událostí je postup, který sleduje pr b h procesu od inicia ní události p es konstruování události vřdy na základ dvou mořností, a to p říznivé a nep říznivé. Metoda ETA je graficko-statistická metoda. Názorné zobrazení systémového stromu událostí představuje rozv tvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Znázor uje v-echny

události, které se v posuzovaném systému mohou vyskytnout. Podle toho jak po et události nar stá, výsledný graf se postupn rozv tvuje.

Strom událostí graficky ukazuje mofné koncové stavy n jaké nehody, která následovala po inicia ní události (ur itá porucha za ízení nebo lidská chyba). Analýza stromu událostí uvafluje odezvy bezpe nostních systému a operátor na inicia ní událost a ur uje mofné koncové stavy této nehody. Výsledky analýzy ETA jsou scéná e nehody, tj. soubor mofných poruch nebo chyb, které vedou k nehod . Tyto výsledky popisují mofné koncové stavy nehody pomocí sekvence událostí (úsp chy nebo selhání bezpe nostních funkcí), které následují po inicia ní události. Analýza ETA je vhodná pro analýzu složitých proces , které mají n kolik úrovní bezpe nostních systém nebo postup pro p ípad nouze vhodných pro odezvu na ur ité inicia ní události.

Poufítí ETA vyžaduje znalost mofných inicia ních událostí (tj. selhání za ízení nebo nerovnováha systému, jefl mohou potenciáln zap í init nehodu) a znalost funkcí bezpe nostních systém nebo nouzových procedur, které zmír ují dopady kaflé inicia ní události.

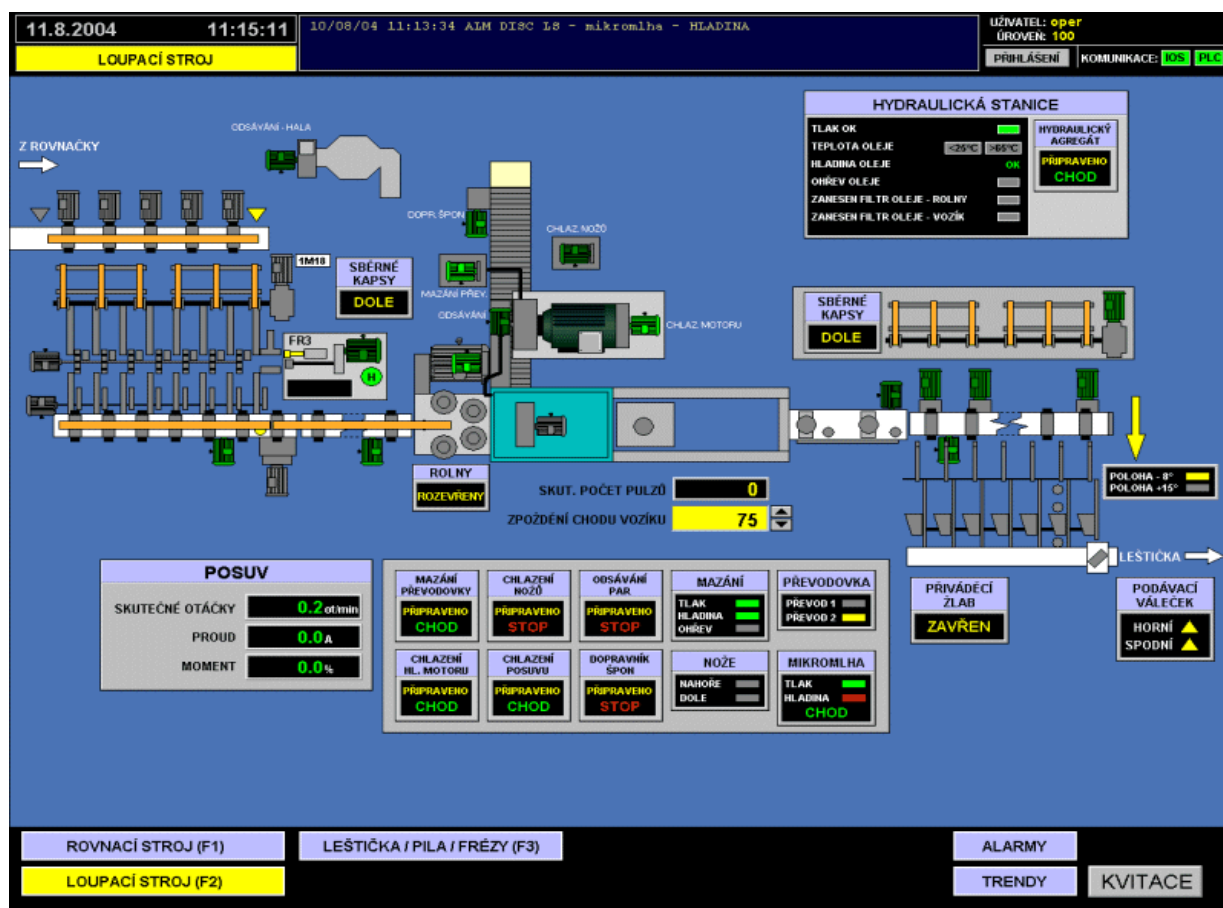
Doba a náklady na analýzu ETA závisí na po tu a složitosti inicia ních událostí a bezpe nostních funkcích zahrnutých do analýzy. Týmu by m lo sta it n kolik dn pro vyhodnocení n kolika inicia ních událostí jednoduchého procesu. Složitě procesy by mohly vyžadovat afl n kolik týdn .

8 Technologický postup loupání oceli

Loupačí linka slouží k loupání tyčového materiálu kruhového průřezu válcovaného za tepla, pro odstranění povrchových vad, dosažení přesnějších tolerancí průměru tyče a zlepšení kvality povrchu opracovaných tyčí. Stroj je vhodný pro obrábění oceli třídy 11 - 19.

8.1 Postup pracovního procesu na stroji T 75/25

Tyče jsou převezeny jeřábem na zásobníkový rotoč před loupacím strojem. Pomocí vyhazovače jsou tyto tyče přesunuty na vstupní válekový dopravník loupacího stroje. Podávacími válci je tyč zavedena do loupací hlavy, oloupaná, a když opustí poháněné válce poháněcí jednotky, je upínacím vozíkem vytažena z loupací hlavy. Během loupání je tyč průběžně měřena na výstupu z loupacího stroje laserovým měřidlem a loupací hlava je automaticky seizována v závislosti na opotřebení noží. Oloupaná tyč je dopravena válekovým dopravníkem do sborné kapsy.



Obrázek 3 - Technologické schéma loupací linky [foto: autor]

8.1.1 P ísun materiálu k loupání

Materiál je p íváfen pomocí je ábu na zásobníkový ro-t, odkud je za pomoci vále kového dopravníku posouván k podávací jednotce loupacího stroje. Vále ková dráha má regulovatelnou rychlost otá ení vále k (regulátor otá ek vále k je umíst n na ovládacím panelu) a mořnost nastavení vý-ky v závislosti na pr m ru ty e. Dále jsou zde umíst ny zaráfky, vyhazova e ty í a pr chozí zaráfka. Vý-ková regulace vyhazova e ty e je automatická a provádí se sou asn s regulací vý-ky vále kového dopravníku.

Materiál p ichází do podávací jednotky, která slouří k posuvu obráb ných ty í do samotné loupací hlavy a sou asné zabra uje jejich rotaci. Skládá se z vodícího pouzdra a dvou pár válc s hydraulickým svíráním. Sev ení a otev ení se provádí pomocí tla ítek na ovládacím panelu. Se ízení válc na pořádkovaný pr m r ty í se provádí ru ními koly.

8.1.2 Vlastní proces loupání

Vlastní proces loupání se d je v loupací jednotce. Ta je tvo ena dutou h ídelí, která nese loupací hlavu. Dutá h ídel je uložena v kuli kových lořiscích, které jsou mazány a chlazeny olejovou mlhou. Pohon zaji- uje stejnosm rný motor prost ednictvím p evodovky a plochého emenu. Stroj má zabezpe ovací a kontrolní za ízení pro zabezpe ení dlouhodobé řivotnosti kuli kových lořisek. Dutá h ídel je konstruována tak, ře není zapot ebí t snících krouřk . Loupací hlava nese ty í ezné nástroje, které je mořno je regulovat v celém pracovním rozsahu stroje jak za klidu, tak i b hem provozu. Nastavení pořádkovaného pr m ru se provádí na ovládacím panelu. Vodící hlavice p ed a za loupací hlavou jsou tvo eny t emi elistmi, které p ejímají chv ní ty e, vznikající v pr b hu loupání. Ovládání vodící hlavy je provedeno pomocí pneumatických válc . Regulace tlaku píst je provád na pomocí p íslu-ných regulátor . Zavírání a otevírání vodících hlav je provád no pomocí tla ítek. Je t eba nastavit minimální tlak pot ebný k zamezení vibrací. Velký tlak by m l za následek zbyte né opot ebení elistí. Regulace nastavení nořl je provád na pomocí dvousm rného m ni e na ovládacím panelu. Pomocí m ni e lze zvolit mezi rychlou regulací (p í zm n velikosti pr m ru) a jemnou regulací (pro kompenzaci opot ebení obráb cích nořl).

K zabrán ní rotace ty e a jejímu vytaření v okamřiku, kdy ty opou-tí podávací válce, slouří upínací vozík. elisti sv ráku vozíku mají hydraulické ovládání. Vý-ková regulace spodní pevné elisti v závislosti na pr m ru ty e se provádí pomocí dvousm rného m ni e. Pohyb vozíku je zaji-t n dv ma hydraulickými motory. Synchronizace pohybu vozíku

a rychlosti posuvu podávacích válců je provedena pomocí potenciometru na ovládacím panelu. Vytlačení poslední tyče se provádí tlačítkem na ovládacím panelu.

8.1.3 Odsun a kontrola materiálu

Zařízení pro odsun obrobených tyčí je tvořeno opětně válečkovou dráhou. Zrychlení pohybu tyče udělují dva přítlačné válečky za upínacím vozíkem a jeden přítlačný váleček na konci dráhy. Tyčové dráhy jsou poháněny třífázovými asynchronními motory.

Na výstupu z loupací jednotky je materiál kontrolován. K tomuto účelu slouží průběžné měření zařízením pro měření tyčí, jenž provádí optické měření průřezu opracované tyče laserovým paprskem a automaticky vyrovnává opotřebené pracovní loupací hlavy.

Na válečkovou dráhu navazuje výstupní rotoč, kam se tyče dostanou pomocí vyhazovače a po rotoči se umístí do sbíracích kapes.

Součástí zařízením je i dopravník třísek, což je nekonečný pás, který dopravuje ocelové třísky z násypníku do přepravních beden.

8.2 Technická data stroje T 75/25

Pracovní rozsah:	průměr 15 až 75 mm
Úběrtřísky na průměr:	0,5 až 5 mm
Délka tyčí:	2 500 až 7 000 mm
Křivost výchozích tyčí:	max. 1 mm/m
Otáčky loupací hlavy:	400 až 2 800 ot./min s konst. výkonem a plynulou regulací
Posuv tyče:	do 50 m/min s plynulou regulací
Výkon hlavového motoru:	125 kW
Výkon motoru pro posuv:	32 kW při 510 ot./min
Počet obráběných noží:	4 tvrdokovové

Loupací nože:

Pro loupání se používají tvrdokovové dvoubité nitridované destičky. Pro jedno osazení loupací hlavy jsou potřeba 4 kusy noží. Životnost je dána otupením obou bítů loupacího nože. Nože se neopravují.

Technologické mazivo:

Jako technologické mazivo se používá 3 až 5 % roztok olejové emulze. Náplň emulze je 12 m³ v nádobě pod loupacím strojem. Doplnění emulze se provádí 1x za týden. Výměna celé náplně se provádí po 600 pracovních hodinách. V případě silného znečištění ji.

Příprava chladicí kapaliny:

Obsluha připravuje chladicí emulzi pro loupání z emulgačního oleje Emulzin H za předávkou konzervačního přípravku Permanol. Emulgační olej Emulzin H se smíchá s vodou na 3 až 5% emulzi. Olej se lije do vlažné vody nebo studené vody, která je mikrobiálně nezávadná. U správně připravené emulzní kapaliny se nesmí na hladině vyloučit olej. Výměna náplně emulzní kapaliny se provádí asi po 600 pracovních hodinách. Před novým plněním je nutno zásobní nádrží vyčistit.

8.3 Bezpečnost práce

Podle zákona č. 262/2006 Sb. je zaměstnavatel povinen zajistit zaměstnancům –kolem – o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, které doplují jejich odborné předpoklady a požadavky pro výkon práce, které se týkají jimi vykonávané práce a vztahují se k rizikům, s nimiž může přijít zaměstnanec do styku na pracovišti, na kterém je práce vykonávána, a soustavně vyžadovat a kontrolovat jejich dodržování.

Zaměstnanec má právo na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, na informace o rizicích jeho práce a na informace o opatřeních na ochranu před jejich působením. Informace musí být pro zaměstnance srozumitelná.

Zákoník práce definuje v části páté, hlavě I., povinnosti zaměstnavatele vytvářet podmínky pro bezpečné, nezávadné a zdraví neohrožující pracovní prostředí vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, a přijímáním opatření k prevenci rizik.

Prevencí rizik se zde myslí všechna opatření vyplývající z právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, a z opatření zaměstnavatele, která mají za cíl předcházet rizikům, odstranit je nebo minimalizovat působení neodstranitelných rizik.

8.3.1 Zásady bezpečnosti práce na stroji T 75/25

Obsluhu stroje tvoří pracovník obsluhující loupací stroj a jeho pomocník. Tito musí dodržovat následující bezpečnostní předpisy:

Všeobecné bezpečnostní předpisy:

- Jednotlivé strojní zařízení linky mohou obsluhovat osoby starší 18 let obsluhou povolené, řádně zaškolené a seznámené s jejich činností.
- Obsluha musí být proškolená pro vázání a zavazování bremen.
- Odvážení obsluhy nesmí mít volné části a musí používat předepsané ochranné pomůcky, tj. kvalitní rukavice, pevné boty a ochrannou přilbu.
- Obsluha je povinna používat osobní ochranné pomůcky, snižující vnímání hluku.
- Před uvedením stroje do chodu musí obsluha zkontrolovat technický stav a seřízení stroje. Pokud pracovníci obsluhy nejsou schopni odstranit zjištěné závady samostatně, informují o vzniklé situaci mistra.
- Jakékoliv opravy rázu mechanického a elektrického jsou obsluze zakázány.
- Veškeré opravy je možno provádět jen za klidu stroje a nutno jej zabezpečit před náhodným spuštěním.
- Je zakázána veškerá manipulace obsluhy s elektrickou instalací v rozvaděcích.
- Mazání a čištění jednotlivých strojních zařízení jen za klidu stroje.
- Všechny ochranné kryty musí být na určených místech a nesmí být poškozeny.
- Je zakázáno opustit prostor u jednotlivých strojů, pokud jsou tyto stroje v činnosti.
- Je zakázáno umývat se v chladicí emulzi.
- Jednotlivá pracoviště a celý prostor výrobní linky musí být udržovány v pořádku a čistotě.
- Všeobecně platí ustanovení zákoníku práce a Pracovního řádu, požárního řádu a regulativ ochranných pomůcek.
- V případě nebezpečí ohrožení obsluhy nebo stroje vypnout stroje červeným štop tlačítkem.
- Je zakázáno se pohybovat v uzavřených prostorech linky při její činnosti, kromě prostor určených pro obsluhu jednotlivých strojů.

Speciální bezpečnostní předpisy:

- Při ukládání a vážení bubenů v regálech je nutno používat lehkých přenosných flebíků. Pohybovat se po dřevěných pekladech a bubeněch odporuje zásadám bezpečnosti práce.
- Zvláštní pozornost je nutno věnovat převážení a rozbalování svazků, aby nedošlo k vypadnutí krátkých tyčí. Krátké tyče je nutno dávat stranou a zpracovat zvlášť.
- Je zakázáno se pohybovat pod zavěšenými bubeněmi.
- Obsluha musí být seznámena s bezpečnostními předpisy pro obráběcí stroje na kovy.
- Nesmí se překračovat maximální nosnost vstupního zásobníku.
- Výmnu nožů loupací hlavy lze provádět jen při vypnutém stroji.
- Při zavádění tyče do loupací hlavy, nedávat ruce mezi podávací válce.
- Nedívat se do zdroje záření měřicího záření.
- Je zakázáno odebírat tyče přímo ze sbírné kapsy, do níž padají další tyče.
- Je zakázáno provádět kontrolní měření tyčí za chodu stroje.

8.3.2 Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)

Při práci u loupací linky je vyžadováno použití OOPP k ochraně sluchu (zátkové chrániče sluchu), ochrana rukou a paží (rukavice na ochranu před mechanickým poškozením), ochrana nohou (obuv s ochrannou ocelovou podrážkou), ochrana hlavy a celého těla (brýle, přilba, pracovní oděv).

8.3.3 Zdroje rizik

Mofné p í iny nebezpe ných stav , jeřl mohou vzniknout p í provozu loupací linky

T 75/25 jsou shrnuty v tabulce 2.

Tabulka 2 - P ehled rizik loupacího linky

Oblast výskytu:	Mofné zdroje rizika:
Manipulace se za ízením/materiálem	manipulace p í ru ním zvedání b emen a p ená-ení b emen
	demontáři, montáři, výroba a údržba za ízení
	transport (doprava, manipulace a p eprava)
	pády p edm t z vý-ek
Zasaření nebezpe nou látkou	vdechnutí látky
	pořlití látky
	kontakt látky s k ří
	zasaření o í
Zasaření energiemi	zasaření elektrickým proudem
	zasaření mechanickou energií (p imá knutí, úder, po ezání, vtáhnutí do úzkého prostoru nebo rotující ásti, zachycení vlas na rotující ásti)
	zasaření vibracemi
	zasaření hlukem
Pracovní prost edí	nedostate n osv tlené pracovi-t
	vliv mikroklimatických podmínek (pra-nost)
	nedostate né zabezpe ení pracovních prostor
	snířlená pr chodnost p í ch ži po stanovených trasách, p í p ekonávání pr lez nebo prolézání k míst m práce
Selhání	únava materiálu
	materiálové vady
	nefunk nost ovládacích prvk

8.4 Bezpečnost stroje

Pro určení bezpečnosti stroje byla použita metoda FMEA. Tato analýza identifikace nebezpečí je založena na rozboru způsobů selhání a jejich důsledků, který umožňuje hledání dopadů a příčin na základě systematicky a strukturovaně vedených selhání. Metoda selhání a jejich dopadů - Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) slouží ke kontrole prvků systému a identifikuje jednoduché poruchy. Vychází ze vzorce:

$$R = P \times N \times H$$

kde: R: je míra rizika

P: je pravděpodobnost vzniku a existence rizika

N: je závažnost následků

H: je odhalitelnost rizika

8.4.1 Aplikace metody FMEA

V normě (SN EN 60812:2006) techniky analýzy bezporuchovosti systému - postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA) se pro praxi vyvíjí rozptýlením 10 parametrů. Pro potřeby této práce je pro vztah přednost parametrů 5, které jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 3 - Parametry metody FMEA

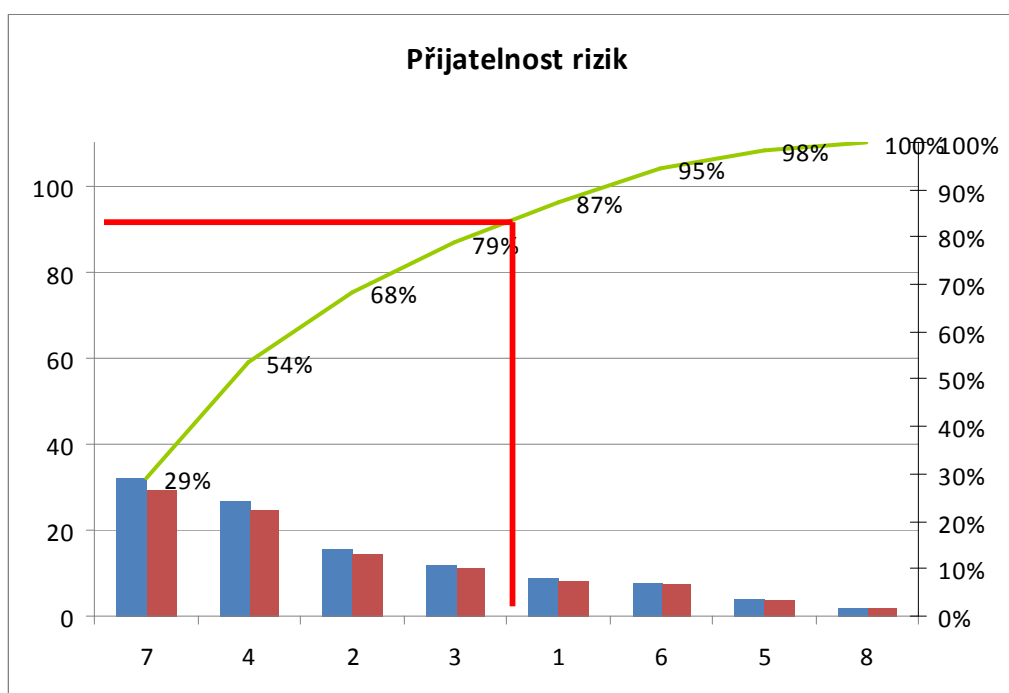
R (MPR)	Výsledná míra rizika	N	Závažnost následků
0-3	Bezvýznamné riziko	1	Malá škoda
4-10	Akceptovatelné riziko	2	Větší škoda
11-50	Mírné riziko	3	Vyšší škoda
51-100	Nefalšující riziko	4	Vysoká škoda
101-125	Nepřijatelné riziko	5	Velmi vysoká škoda, ztráta zařízením
P	Pravděpodobnost vzniku rizika	H	Odhalitelnost rizika
1	Nahodilá, velice nepravděpodobná	1	Riziko odhalitelné v době vzniku
2	Spíše nepravděpodobná	2	Riziko odhalitelné bezprostředně po jeho vzniku
3	Pravděpodobná, reálná hrozba	3	Riziko odhalitelné do jedné hodiny
4	Velmi pravděpodobný vznik	4	Nesnadno odhalitelné riziko (směna)
5	Trvalá hrozba	5	Neodhalitelné riziko

Hodnoty jednotlivých index by m ly být voleny reáln afl lehce nadsazen pro zp ísn ní rizik a zvý-ení bezpečnosti. Pro kone né vyhodnocení míry rizika, se vypo te tzv. míra tolerance, která odd lí rizika závažná a nezávažná. Výpo et se provede pomocí Paretova principu 80/20. Podle závažnosti jednotlivých rizik se sestaví diagram a Lorenzova k ívka. Výsledkem systematické analýzy je grafická podoba rizik, která podává p ehled závažností jednotlivých rizik podle toho, zda p ekrá ují stanovenou míru tolerance í nikoliv.

Tabulka 4 - Ozna ení jednotlivých rizik vypo ítaných metodou FMEA

.	Komponent	P í ína selhání	D sledky selhání	P	N	H	R
1	LOUPACÍ DESTI KY	<ul style="list-style-type: none"> - únava materiálu - materiálové vady - p ekro ení pevnosti a pružnosti obráb něho materiálu - neprovedení v asné vým ny 	- nekvalitn opracovaný obrobek	3	1	3	9
2	ERPADLA CHLAZENÍ/MA ZÁNÍ	<ul style="list-style-type: none"> - selhání pohonu erpadla - ucpání filtru - nedostate ná kontrola a údržba, únik chladícího/mazacího média 	<ul style="list-style-type: none"> - patné chlazení/mazání - zad ení loupací hlavy - po-kození h ídele a ložisek - po-kození motoru 	2	4	2	16
3	LOŽISKA	<ul style="list-style-type: none"> - selhání p ívodu chladícího/mazacího média - p etížení, p eh átí - nedostate ná kontrola a údržba 	- zni ení ložisek, nefunk nost stroje	2	3	2	12
4	H ÍDEL S LOUPACÍ HLAVOU	<ul style="list-style-type: none"> - selhání loupacích destí ek - defektní obráb ný materiál (vy í neř povolená pevnost a pružnost, netypické zak ívení, pr m r) 	<ul style="list-style-type: none"> - nekvalitn opracovaný obrobek - uvíznutí obrobku v h ídeli 	3	3	3	27
5	LASEROVÉ M ÍCÍ ZA ÍZENÍ	<ul style="list-style-type: none"> - zanesení optiky paprsku - chyba SW za ízení - cizí p edm t v dráze paprsku 	- nekvalitn opracovaný obrobek	1	1	4	4
6	SYSTÉM ODVODU TYPON	- nepr chodnost odvodného kanálu	- zad ení loupací hlavy	1	4	2	8

7	OVLÁDACÍ SW	<ul style="list-style-type: none"> - selhání řídicího panelu - výpadek el. proudu - chybné nastavení 	<ul style="list-style-type: none"> - chybné nastavení rozhodujících procesních parametrů - nekvalitní opracovaný obrobek - uvíznutí obrobku v hřídeli - zastavení stroje 	2	4	4	32
8	POHONNÉ ÚSTROJÍ	<ul style="list-style-type: none"> - zkrat na vinutí elektromotoru - výpadek el. proudu - selhání převodovky - selhání emenu 	<ul style="list-style-type: none"> - nefunkčnost stroje, prodlevy ve výrobě 	2	1	1	2



Obrázek 4 - Graf závažnosti rizik dle index získaných metodou FMEA

8.4.2 Vyhodnocení metody FMEA

Metodou FMEA bylo zjištěno, že stroj T 75/25 je provozuschopný a jeho nebezpečnost je na akceptovatelné úrovni. Veškerá vyhodnocená rizika spadala do kategorie šmírné riziko nebo nížší. Nejnáchylnějšími částmi stroje, kterým by se měla věnovat mimořádná pozornost, jsou ovládací software a jeho správné nastavení, ložiska a systém mazání a chlazení. Relativně vysokým indexem rizika disponuje také hřídel s loupací hlavou. U ní však tato hodnota není způsobena pouze kvalitou samotného komponentu, ale z velké míry

také vlastnostmi obráběného materiálu. Stroj již disponuje zabezpečovacím a kontrolním zařízením, které hlídá přetížení ložisek a také vidly, je-li dohlíždějí na správnou funkci chlazení a mazání. Jako nejvhodnější bezpečnostní opatření se tedy jeví pravidelná údržba a kontrola stroje.

8.4.3 Vliv stroje na životní prostředí

V procesu výroby jsou vedlejším produktem loupání ocelové třísky, které se ukládají do přepravních kontejnerů a následně jsou odvezeny k roztavení. Další látkou, která má negativní vliv na životní prostředí, je chladicí kapalina.

Chladicí směsi je možno likvidovat:

- spálením ve spalovnách dle údajů výrobce chladicí kapaliny
- regenerací u výrobce chladicí kapaliny po předchozí dohodě
- v biologických čistárnách po předchozím projednání s vodohospodářskými orgány a správou kanalizací a předchozím naředěním dle údajů výrobce chladicí kapaliny.
- pomocí specializovaných firem

9 Analýza pracovního procesu zvolenými metodami

9.1 Analýza innosti Ě metoda What if

Co kdyĥl dojde ...

- ... k provedení nevhodné opravy
- ... k odstran ění bezpe nostn ěch prvk ě pro lep ěší p ěstup ke stroji
- ... k nedostate ěnému ěst ění stroje
- ... k nevhodnému ěst ění stroje
- ... k ěmysln ěmu po ěkozen ě stroje
- ... k chybn ěmu nastaven ěí ovlada ěe nebo sd ělova
- ... k p ěhl ědnut ěí z ěvady na stroji
- ... k p ěhl ědnut ěí z ěvady na ězn ěch n ěstroj ěch
- ... k p ěhl ědnut ěí z ěvady na bezpe nostn ěch prvc ěch
- ... k p ěhl ědnut ěí materi ělu, kter ěy je nevhodn ěy k opracov ěn ěí
- ... k z ěm ěn ě materi ělu
- ... ke slou ěn ěí materi ěl ě r ězn ěch druh ě
- ... k ěmysln ěmu p ěhl ědnut ěí z ěvady
- ... k nastaven ěí nevhodn ě rychlosti posuvu materi ělu do loupac ěí hlavy
- ... ke ěpatn ěmu nastaven ěí laserov ěho z ě ězen ěí m ě ěic ěho pr ěm ěr ty ě
- ... k nastaven ěí loupac ěího stroje na ěpatn ěy pr ěm ěr
- ... ke stisknut ěí nespr ěvn ěho ovlada ěe
- ... ke ěpatn ěmu se ězen ěí loupac ěí linky
- ... k pouěit ěí nevhodn ěch posuvn ěch v ělc ě
- ... k pouěit ěí nevhodn ěch ězn ěch n ěstroj ě
- ... k ěmysln ěmu proveden ěí ěpatn ěho pracovn ěího postupu
- ... k nedodrěen ěí pracovn ěího postupu
- ... k nedodrěen ěí bezpe nostn ěch p ědps ě
- ... k p ěkro ěn ěí stanoven ě hmotnosti svazku oloupan ěch ty ě
- ... k p ěkro ěn ěí nosnosti je ěbu
- ... k pozdn ěí reakce na nep ě ězn ěvou ud ělost

9.2 Hodnocení pravdivosti selhání - metoda TESEO

Metoda TESEO (Tecnica Empirica Stimola Errori Operatori, tj. empirická metoda pro odhad chyb operátorů), byla vytvořena roku 1980 a jejími autory jsou G. C. Bello a C. Columbori.

Metoda TESEO je zařazena ke screeningovým metodám a je jedna z mnoha metod, které slouží ke kvantitativnímu hodnocení pravdivosti selhání lidského operátora.

Tato metoda patří k těm nejjednodušším a vyžaduje nejmenší kapacitní a materiální zdroje. Odhaluje spolehlivost lidského operátora pomocí pěti základních faktorů, které byly oceněny jako nejdůležitější a slouží k odhalení lidských chyb.

- Typ činnosti
- časové vytížení a stres
- Osobní kvality a schopnosti operátora
- Vliv pracovního prostředí
- Únava

Tabulka 5 - Popis jednotlivých faktorů metody TESEO

Označení	Typ faktoru	Bližší popis
K ₁	Typ činnosti	Aktivita, která je prováděna
K ₂	časový a stresový	Normální podmínky, mimořádné podmínky
K ₃	Osobní kvality	Charakteristika personálu
K ₄	Úzkost, únava, stres	Psychický stav personálu
K ₅	Ergonomický	Místní pracovní podmínky

Hodnoty jednotlivých faktorů pro uvažované výrobné případy pracovní činnosti jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 6 - Hodnoty pro jednotlivé faktory metody TESEO

Faktor	Kategorie	Kvantitativní charakteristika		Hodnota K _i
K ₁	Typ inosti	Jednoduchá, rutinní		0,001
		Vyřadující pozornost, rutinní		0,01
		Neobvyklá		0,1
K ₂	P echodný stresový faktor pro b řné inosti	Doba pohotovosti (s)	2	10
K ₂	P echodný stresový faktor pro mimo řdné inosti		10	1
			20	0,5
			3	10
			30	1
			45	0,3
			60	0,1
K ₃	Kvality operátora	Dob e vybraný, expert, –kolený		0,5
		Pr m řné znalosti a –kolení		1
K ₄	Vliv úzkosti a stresu	Závařná nep edvídaná situace		3
		Nep edvídaná situace		2
		Normální stav		1
K ₅	Vliv ergonomie	Vynikající mikroklima i koordinovanost s provozem		0,7
		Dobré mikroklima, dobrá koordinovanost s provozem		1
		Slabé mikroklima, slabá koordinovanost s provozem		3
		Slabé mikroklima, chabá koordinovanost s provozem		7
		Typatné mikroklima, chabá koordinovanost s provozem		10

Princip metody spoívá vypoítu pravd podobnosti lidské chyby na základ stanoveného vzorce:

$$P(\text{HEP}) = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

$P(\text{HEP})$ - Pravd podobnost lidské chyby

V tabulce 8 jsou uvedeny hodnoty pro vyhodnocení selhání lidského faktoru, které určují ty situace, jenž mohou vést k haváriím v technologických procesech nebo haváriím zařízením a mohou tak vzniknout škody na lidských životech a zdraví, na majetku a životním prostředí.

Tabulka 7 - Vyhodnocení pravděpodobnosti lidské chyby

P (HEP)	Situace
0,006 P (HEP) 0,006	Nehrozí pravděpodobnost vzniku havárie
0,7 P (HEP) 0,9	Existence pravděpodobnosti vzniku havárie
P (HEP) × 1	Nastane selhání systému nebo havárie mimo žádná událost

9.2.1 Výsledek analytické metody TESEO

Pro tuto analýzu je zvoleno několik modelových situací, které mohou nastat při provozu loupací linky. Podkladem pro zpracování analýzy jsou kontrolní seznamy uvedené v příloze 2.

SITUACE 1 - b) řádná činnost obsluha stroje odborná, schopna okamžitě reagovat, dobrý psychický a fyzický stav, dobré předpoklady ke zvládnutí situací, dobré klima.

SITUACE 2 - mimo žádná činnost obsluha stroje odborná, schopna okamžitě reagovat, dobrý psychický a fyzický stav, dobré předpoklady ke zvládnutí situací, dobré klima.

SITUACE 3 - b) řádná činnost obsluha stroje s průměrnými znalostmi, pro-kolena, schopna reagovat během několika sekund, potenciálně nepřevídaný případ, rušené klima.

SITUACE 4 - mimo žádná činnost obsluha stroje s průměrnými znalostmi, pro-kolena, schopna reagovat během několika sekund, potenciálně nepřevídaný případ, rušené klima.

SITUACE 5 - selhání systému nebo b) řádná činnost, obsluha stroje nemá dostatečné kvality, špatně reaguje, nepřevídatelné chování, fyzické a psychické nedostatky, špatné klima.

SITUACE 6 - selhání systému nebo mimo žádná činnost, obsluha stroje nemá dostatečné kvality, špatně reaguje, nepřevídatelné chování, fyzické a psychické nedostatky, špatné klima.

Tabulka 8 - Výsledné hodnoty pro jednotlivé situace při hodnocení metodou TESEO

Situace	1	2	3	4	5	6
P (HEP)	0,05	0,5	0,06	0,6	0,9	9

Z tabulky 9, v níž se nachází hodnoty pravděpodobnosti lidské chyby P (HEP), vyplývá, že nejhorší situace, které mohou nastat jsou situace 5 a 6, kdy obsluha loupací linky naprosto selhává.

9.3 Výběr nejvýznamnějších činností – Paretova analýza

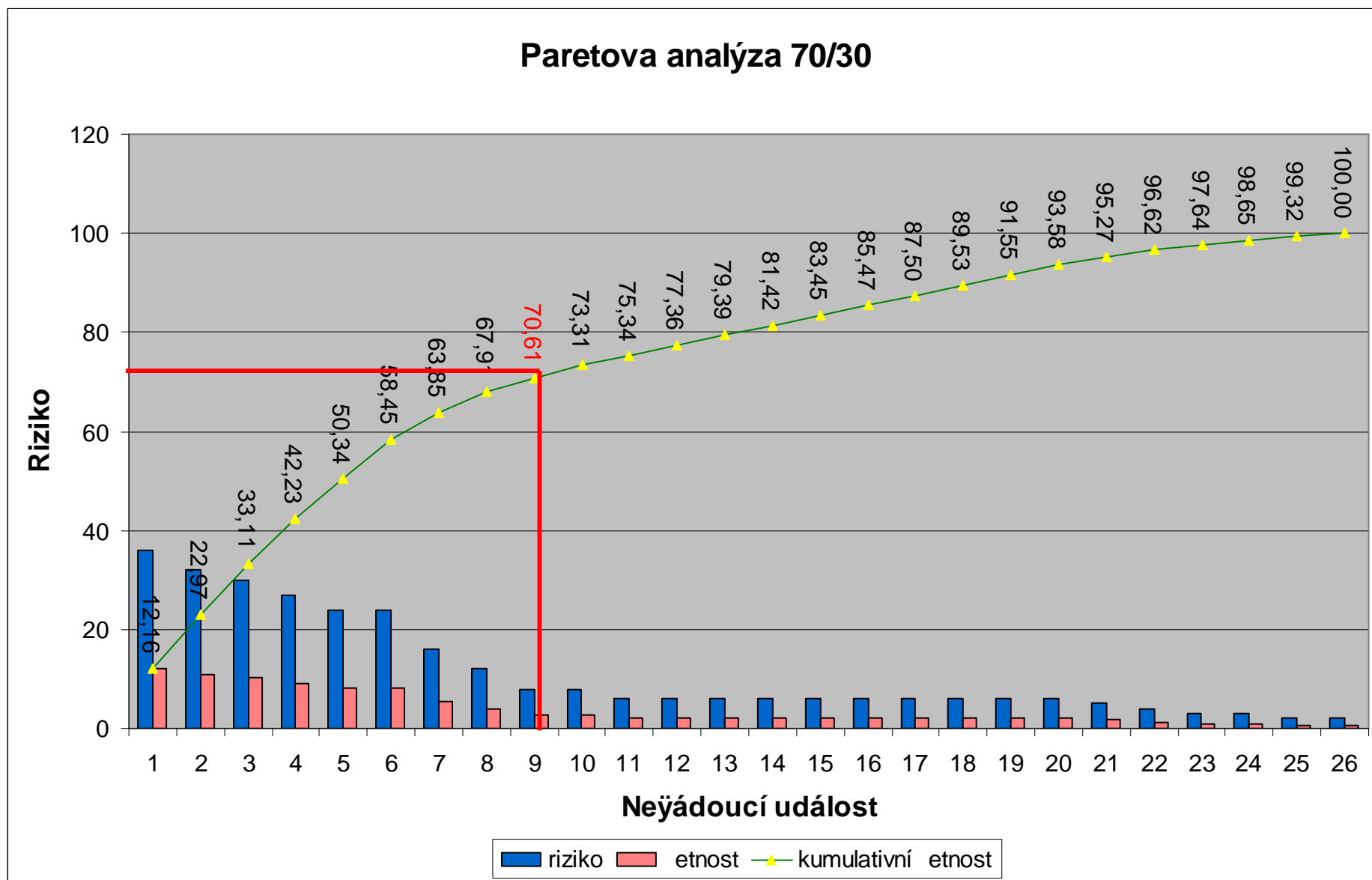
Paretova analýza je založena na vztahu mezi příčinami a jejich následky. Analýze se také říká pravidlo 80/20. Znamená to, že 20% příčin vyvolá až 80% ztrát.

Paretova analýza se realizuje v několika krocích:

1. Definování místa analýzy o výběr procesu nebo činnosti, kterou chceme analyzovat.
2. Sebrat data o pro analýzu je zapotřebí získat relevantní data o fungování a jejich hodnoty se zapíše do tabulky.
3. Uspořádání dat o získaná data se seřadí podle nejvyššího výskytu, četností, nejvyšší váhy, i jiného kritéria. Vždy se však seřadí od nejvyšší zvolené hodnoty po nejmenší.
4. Lorenzova kumulativní křivka o tato křivka vznikne tak, že se kumulativně seřadí hodnoty u jednotlivých dat a vynesou se do grafu.
5. Stanovení kritéria rozhodování o zde se můžeme rozhodnout využít striktně Paretova pravidla 80/20 a nebo si také můžeme vybrat, že chceme odstranit jen 60% neshod apod. V tomto případě je zvolena 70/30.
6. Identifikování hlavních příčin o z levé strany grafu vzniklého z dat zapsaných do tabulky, z hodnoty 70% vyneseme čáru na kumulativní Lorenzovu křivku. Z ní pak spustíme svislou čáru, která nám oddělí ty případy, příčiny, kterými se máme zabývat. Ty které mají nejvyšší vliv na následky.
7. Stanovení nápravných opatření k odstranění nebo rozvoji příčin, které nám způsobují nejvyšší riziko.

Tabulka 9 - Nežádoucí události použité pro Paretovu analýzu

íslo	nejžádoucí událost	P	N	H	R	etnost	kumulativní etnost
1	p ehlédnutí závady na stroji	3	4	3	36	12,16	12,16
2	nevhodná oprava	2	4	4	32	10,81	22,97
3	nedodržení bezpečnostních předpisů	2	5	3	30	10,14	33,11
4	nedodržení pracovního postupu	3	3	3	27	9,12	42,23
5	–patné seřízení loupací linky	3	4	2	24	8,11	50,34
6	nedostatečné umístění stroje	2	4	3	24	8,11	58,45
7	nastavení loupacího stroje na –patný průměr	2	4	2	16	5,41	63,85
8	sloučení tří různých druhů do jednoho svazku	1	4	3	12	4,05	67,91
9	pozdní reakce na nepříznivou událost	2	4	1	8	2,70	70,61
10	chybné nastavení ovladače nebo sdělování	2	2	2	8	2,70	73,31
11	úmyslné p ehlédnutí závady	1	3	2	6	2,03	75,34
12	úmyslné –patné provedení pracovního postupu	1	3	2	6	2,03	77,36
13	úmyslný poškození stroje	1	3	2	6	2,03	79,39
14	stisknutí nesprávného ovladače	2	3	1	6	2,03	81,42
15	p eškození stanovené hmotnosti svazku oloupaných tří	1	3	2	6	2,03	83,45
16	nevhodné umístění stroje	1	3	2	6	2,03	85,47
17	p ehlédnutí materiálu nevhodného k obrábění	1	3	2	6	2,03	87,50
18	záma na materiálu	1	3	2	6	2,03	89,53
19	nevhodná rychlost posuvu materiálu do loupací hlavy	2	3	1	6	2,03	91,55
20	použití nevhodných rezných nástrojů	1	3	2	6	2,03	93,58
21	p eškození nosnosti jeřábu	1	5	1	5	1,69	95,27
22	–patné nastavení laserového zařazení měřicího průměru tří	1	4	1	4	1,35	96,62
23	odstranění bezpečnostních prvků pro lepší přístup ke stroji	1	3	1	3	1,01	97,64
24	p ehlédnutí závady na bezpečnostních prvcích	1	3	1	3	1,01	98,65
25	p ehlédnutí závady na rezných nástrojích	1	2	1	2	0,68	99,32
26	použití nevhodných posuvných válců	1	2	1	2	0,68	100,00



Obrázek 5 - Graf závažnosti rizik dle index získaných Paretovou analýzou

9.3.1 Výsledky Paretovy analýzy

Pomocí Paretovy analýzy 70/30 bylo zjištěno, že vyhodnocená rizika spadala do kategorie šmírné riziko nebo níže. Za nejzávažnější nedostatky, které mohou být způsobeny lidským faktorem a budou detailněji rozvedeny v následující analýze, jsou považovány:

- nepřehlédnutí závady na stroji
- nevhodná oprava
- nedodržení bezpečnostních předpis
- nedodržení pracovního postupu
- špatné seřízení loupací linky
- nedostatečné umístění stroje
- nastavení loupacího stroje na špatný průměr
- sloučení typických druhů do jednoho svazku
- pozdní reakce na nečekanou událost

9.4 Detailní analýza klíčových činností Ě Human HAZOP

Human HAZOP je metoda HAZOP modifikována pro odhalování možností selhání lidského faktoru.

Tabulka 10 - Jednotlivé subsystémy metody Human HAZOP

Subsystém 1.0 přehlédnutí závady na stroji

Klíčové slovo	Odchyłka	Příčina	Důsledek
neprovedeno	kontrola	neprovedení plánované kontroly	závada na stroji, přerušení výroby
také	jiná závada	souasný výskyt jiné závady na stroji	přizamčení se na danou závadu může dojít k opomenutí i přehlédnutí jiné závady
neprovedeno	údržba	neprovedená plánovaná údržba stroje, výměna kapalin	závada na stroji, přerušení výroby
později	údržba	neprovedení údržby v plánovaném termínu	závada na stroji, přerušení výroby
část	kontrola	kontrola jen určité části stroje	závada na stroji, přerušení výroby

část	údržba	údržba jen určité části stroje	závada na stroji, přerušení výroby
------	--------	--------------------------------	------------------------------------

Subsystém . 2 ó nevhodná oprava

Klíové slovo	Odchylna	P í ina	D sledek
jiný nejl	materiál	použití jiného materiálu nevhodného k oprav	obnovení závady, op tovné přerušení výroby
část	oprava	části n , nedokonale opravená závada	použití dob dochází k novému výskytu dané závady
také	oprava	p í sou asném vzniku n kolika závad oprava jen n kolika z nich	nedojde k odstran ní v-ech závad, stroj stále nelze uvést do provozu
opakováno	oprava	nedokonalá oprava p vodní závady	op tovný výskyt dané závady
pozd ji	oprava	odkládání opravy p vodn nepatrné závady	nár st závady do takových rozm r , že stroj není schopen provozu
část	znalosti o stroji	údržbá i mají nedokonale znalosti o stroji	nedokonale provedena oprava, možnost op tovného výskytu závady
mén	as na opravu	nedostate ný as na opravu	nedokonale provedena oprava, možnost op tovného výskytu závady
jiný nejl	pracovní ná adí	použití nástroj nevhodných k oprav	nedokonale provedena oprava, možnost op tovného výskytu závady

Subsystém . 3 ó nedodržení bezpečnostních předpis

Klíové slovo	Odchylna	P í ina	D sledek
jiný nejl	OOPP	použití jiných OOPP nejl jsou ur eny	pracovní úraz, poškození zdraví
část	OOPP	použití jen n kterých OOPP	pracovní úraz, poškození zdraví

jiný než	trasy pohybu	používání jiných tras než těch, které jsou určeny k bezpečnému pohybu po pracovišti	pracovní úraz, poškození zdraví, pád z výšky nebo do hloubky, pád b emene
neprovedeno	OOPP	nepoužití fládných OOPP	pracovní úraz, poškození zdraví
více	dobu pobytu	výskyt v nebezpečném prostoru po dobu delší než je povoleno	pracovní úraz, poškození zdraví
jiný než	místo pobytu	výskyt v místech, kde hrozí riziko poškození zdraví	pracovní úraz, poškození zdraví

Subsystém 4.4 o nedodržení pracovního postupu

Klíčové slovo	Odchylka	Príčina	Důsledek
jiný než	postup	použití jiného pracovního postupu	škoda na materiálu, škoda na stroji, neplnění výkonových norem
část	postup	části neplnění pracovního postupu	neplnění výkonových norem
také	jináinnost	současné vykonávání jinéinnosti	neplnění výkonových norem
později	jednotlivéinnosti	provádění jednotlivýchinnosti později než jak jsou stanoveny v pracovním postupu	zdržení výroby, neplnění výkonových norem
obrácen	jednotlivéinnosti	provádění jednotlivýchinnosti v jiném sledu než jaký stanovuje pracovní postup	zdržení výroby, neplnění výkonových norem
dlouze	jednotlivéinnosti	provádění jednotlivýchinnosti dlouze než jak jsou stanoveny v pracovním postupu	zdržení výroby, neplnění výkonových norem

Subsystém . 5 ó –patné se ízení loupací linky

Klí ové slovo	Odchylka	P í ina	D sledek
ást	se ízení stroje	se ízení jen ur itých ásti linky	zaseknutí materiálu v ur itých ástech linky
jiný neřl	se ízení stroje	se ízení linky na jiné parametry neřl jsou pot eba	zdrřlení výroby, neřln ní výkonových norem
neprovedeno	se ízení stroje	neprovedeno se ízení linky	nedokonale opracovaný materiál, zdrřlení výroby, neřln ní výkonových norem
mén	vým na loupacích desti ek	vým na loupacích desti ek provád na s men–í intenzitou	nedokonale opracovaný materiál
opakováno	pouřltí opot ebo- vaných loupacích desti ek	nepozornost obsluhy p i vým n loupacích	nedokonale opracovaný materiál
mén	zku–enosti	obsluha nemá dostate né zku–enosti se se izováním stroje	zdrřlení výroby, neřln ní výkonových norem

Subsystém . 6 ó nedostate né íst ní stroje

Klí ové slovo	Odchylka	P í ina	D sledek
jiný neřl	i–t ní stroje	jiný zp sob íst ní stroje neřl je ur en v pracovním postupu	nedokonalé vy íst ní stroje, mořlnost vzniku záady
ást	i–t ní stroje	vy i–t ní jen n kterých ásti stroje	nedokonalé vy íst ní stroje, mořlnost vzniku záady

neprovedeno	i-t ní str.	nedodržení pracovního postupu	možnost vzniku závady
mén	i-t ní stroje	i-t ní stroje s menší intenzitou neř stanovuje pracovní postup	možnost vzniku závady

Subsystém . 7 ó nastavení loupacího stroje na řpatný pr m r

Klí ové slovo	Odchylka	P í ina	D sledek
jiný neř	pr m r	nastavení stroje na jiný pr m r neř je pr m r materiálu	řpatné opracování materiálu
d íve	spu-t ní loupacího stroje	loupací stroj je spu-t n je-t p ed nastavením stroje na daný pr m r	řpatné opracování materiálu
neprovedeno	nastavení pr m ru	neprovedeno nové nastavení pr m ru p í dodání materiálu o jiném pr m ru	řpatné opracování materiálu

Subsystém . 8 ó slou ení materiál ř zných druh

Klí ové slovo	Odchylka	P í ina	D sledek
d íve	spu-t ní loupacího stroje	spu-t ní opracovávání nového materiálu v okamžiku kdy je na loupací lince je-t p vodní materiál	reklamace zakázky, finan ní ztráty
neprovedeno	odvoz materiálu	spu-t ní opracovávání nového materiálu v okamžiku kdy je-t nedo-ř k odvozu p vodního materiálu	slou ení materiál ve sb rných kapsách
d íve	p ívezení materiálu	zapo ata manipulace s materiálem v okamžiku, kdy je na zásobovacím ro-tu p vodní materiál	slou ení materiál na zásobovacím ro-tu
neprovedeno	kontrola materiálu	p ívezení jiného materiálu neř který je ur en k momentálnímu opracování	slou ení materiál , reklamace zakázky, finan ní ztráty

Subsystém . 9 ó pozdní reakce na nep íznivou událost

Klí ové slovo	Odchylka	P í ina	D sledek
pozd ji	stisknutí p íslu-ného ovlada e	nepozornost obsluhy	vznik závady, zdrflení výroby
také	innost	sou asné vykonávání více inností	vznik závady, zdrflení výroby
neprovedeno	stisknutí p íslu-ného ovlada e	nepozornost obsluhy	vznik závady, zdrflení výroby
mén	zku-enosti	obsluha nemá zku-enosti s chováním v neobvyklých situacích	vznik závady, zdrflení výroby
neprovedeno	vizuální kontrola procesu	obsluha stroje neprovádí vizuální kontrolu materiálu	neodhalení nekvalitn opracovaného materiálu
obrácen	innost	obsluha provádí innosti v jiném sledu nefl uvádí pracovní postup	zdrflení výroby
neprovedeno	obeznámení obsluhy	obsluha není dostate n seznámena s ovládáním stroje	vznik závady, zdrflení výroby

9.5 P íjetí opat ení

Subsystém . 1 ó p ehlédnutí závady na stroji

K p echázení vzniku jednotlivých odchylek vedoucích k p ehlédnutí závady na stroji je nutná správná údrflba a také sv domitá kontrola ó cofl platí pro pracovníky provád íjící údrflbu i opravy stroje, tak i pro obsluhu stroje ó v-ech ásti stroje, které jsou d leflité pro bezporuchový chod stroje. Sou asn je vhodné vést k danému stroji p íslu-nou dokumentaci, kde budou zaznamenány ve-keré závady na stroji, opravy, údaje týkající se údrflby a kontroly stroje. Na základ této dokumentace je pak snadno zjistitelné zda byla daná kontrola, údrflba i oprava stroje provedena, p ípadn kdy následuje datum jejich dal-ího provedení. Krom toho je dále moflné zaznamenávat mnofství opracovaného materiálu v pr b hu jednotlivých sm n, cofl umofl uje sledovat pln ní výkonových norem.

Subsystém . 2 ó nevhodná oprava

Nedokonalá oprava vzniklé závady m fle zp sobit její op tovný vznik, p ípadn m fle omezit výkonnost stroje, cofl se pak odrazí na mnofství materiálu, který je opracován za ur itou dobu. Proto by se m l klást d raz na teoretické i praktické pro-kolování v-ech zam stnanc , kte í p ícházejí do styku s loupacím strojem. P í vzniku závady by m lo být prioritou její dokonalé odstran ní na úkor pln ní výkonových norem. To také souvisí s pouflíváním nástroj materiálu, které jsou vhodné pro odstran ní p íslu-né závady. P í pouflití nevhodných nástroj se prodlufluje as pot ebný k oprav a sou asn dochází k moflnosti op tovného vzniku závady. D leflité je také provád ní v asných oprav, cofl souvisí se zavedením dokumentace, kde budou uvád ny ve-keré závady, a ufl jsou jakýchkoliv rozm r .

Subsystém . 3 ó nedodržení bezpe nostních p edpis

Nedodržování bezpe nostních p edpis je jedním z nejzávafln j-ích proh e-ku ze strany pracovník , a proto by se m l klást velký d raz na jejich p ísné dodržování. Nejd leflit j-í je pouflívání osobních ochranných pracovních pom cek v takovém rozsahu, který je ur en povahou pracovního prost edí, v n mfl se pracovníci vyskytují. Dal-ím d leflitými body jsou vyufllívání vyzna ených tras a míst, které jsou bezpe né a ur ený pro nezávadný pohyb i pobyt osob, tzn. zbyte n se nevyskytovat na jiných místech po dobu del-í, nefl je nezbytn nutno (nap . p í manipulaci s b emenem, v p ítomnosti b emene zav -eného na je ábu apod.). Pracovníci by m li pravideln podstupovat bezpe nostní -kolení a dodržování jednotlivých bezpe nostních zásad kontrolováno osobou pov enou kontrolou bezpe nosti práce.

Subsystém . 4 ó nedodržení pracovního postupu

Nedodržením pracovního postupu m fle dojít k ad nep íjemných situací, jako je nedodržení výkonových norem nebo vznik závady na stroji, p ípadn újmy na zdraví. Proto je d leflité dodržovat jednotlivé body pracovního postupu. Rovn fl by se m ly upravit pracovní podmínky, aby obsluha stroje nepoci ovala psychickou zát fl, cofl by m lo za následek práv poru-ení pracovního postupu. Výkonové normy by m ly být nastaveny tak, aby jejich pln ní bylo v rámci moflnosti pracovník . Jak ufl bylo uvedeno vý-e, pln ni výkonových norem je moflné kontrolovat zavedením p íslu-né dokumentace. Dodržování pracovního postupu by m lo být op t kontrolováno zodpov dnými osobami (mistr, vedoucí výroby apod.).

Subsystém . 5 ó –patné se ízení loupací linky

–patné se ízení loupacího linky m fle mít za následek nekvalitn opracovaný materiál. Pokud by nedo–lo k v asnému zaji–t ní nekvalitního obrobku a jeho odeslání zákazníkovi, hrozí velké finan ní ztráty, v hor–ím p ípad i ztráta odb ratele. Proto je nutné v novat se izování jednotlivých ástí plnou pozornost a následn správnost se ízení je–t zkontrolovat. Zvý–ená pozornost je také pot eba p i vým n loupacích desti ek, kdy je d ležitá jejich v asná vým na za desti ky nové a nepo–kozené. Nezbytným bodem je také pat i ná úrove za–kolení nové obsluhy tak, aby byla schopna pořádaného se ízení loupací linky.

Subsystém . 6 ó nedostate né íst ní stroje

Správné í–t ní stroje je nezbytné pro jeho bezporuchový chod. Pokud je stroj í–t n nevhodným nebo ned sledným zp sobem, m fle dojít ke vzniku závady, a tím pádem ke zdržení výroby. K zaji–t ní bezporuchovosti stroje musí být jeho í–t ní pravidelné a jeho provád ní musí odpovídat pracovnímu postupu. I v tomto p ípad je možné vyufití dokumentace, kde je možné kontrolovat pravidelnost í–t ní stroje.

Subsystém . 7 ó nastavení loupacího stroje na –patný pr m r

Nastavení loupacího stroje na správný pr m r je d ležitým krokem pro kvalitní opracování materiálu. Op t je nutná zvý–ená koncentrace, jelikož se nastavení provádí pomocí ovládacího panelu v ídící kabin , a hrozí zde riziko poufítí nesprávného ovlada e. Rovn fl je nezbytné, aby se obsluha dostate n seznámila s jednotlivými ovlada i a znala jejich význam. aby se tak snížila možnost poufítí nesprávného ovlada e. Dal–í významnou ínností, kterou je nutno zajistit, je pravidelná kontrola funk nosti ovlada .

Subsystém . 8 ó slou ení materiál r zných druh

Slou ení materiálu r zného chemického složení i jiných pr m r je z hlediska finan ních ztrát dosti nep íjemnou záležitostí. Proto je nutná ádná kontrola materiálu je–t v okamžiku, nejl je svazek naložen na je áb a odvezen na zásobníkový ro–t. Pokud dojde ke zm n zakázky, je pot eba nejd íve odvést opracovaný materiál a afl poté za ít obráb t materiál dal–í. N kdy m fle dojít k situaci, kdy je obsluha stroje v asovém skluzu, který se snaží dohnat, a tím se zvyšuje možnost, fle se pracovník dopustí nepozornosti a dojde ke slou ení materiálu. A tak je op t fládoucí nastavení výkonových norem na takové hodnoty, aby se zamezilo b flnému výskytu asové tísn p i pracovním procesu. K ov ení správnosti zakázky je možné vyufití spektrometr, cofl je za ízení m ící chemické složení materiálu,

a v p ípad výskytu ty e s jiným chemickým složením dojde k signalizaci na monitoru spektrometru.

Subsystém . 9 ó pozdní reakce na nep íznivou událost

Vhodným opat ením je provád ní ob asných situací, které mají simulovat neřádoucí událost, kdy si pracovníci mohou osvojit chování v p ípad jejich reálného vzniku. Samoz ejmostí by m lo být za-kolení na pat i né úrovni, tak aby se minimalizovala možnost vzniku lidské chyby. Zvý-ení i udrřování pozornosti pracovníku lze zajistit nejř zn j-ími motiva ními prvky, nap . finan ní prémie i jiné výhody v p ípad bezchybného výkonu pracovního procesu. Vhodné je také zaji-t ní takového pracovního prost edí, které by nem lo negativní vliv na koncentraci pracovník , tzn. vhodné mikroklimatické podmínky, únosná psychická zát řl apod. Dodrřování pracovního postupu by m lo být op t kontrolováno zodpov dnými osobami (mistr, vedoucí výroby apod.).

Jak již bylo uvedeno zaji-t ní optimální teploty uvnit výrobní haly je komplikované, p esto v-ak alespo prostory řídící kabiny je pot eba zajistit tak, aby byly v letních m sících klimatizovány a v zimních m sících dostate n vyh ívány. řádoucí je rovn řl dostate né zásobování ochrannými nápoji. Konstruk n musí být e-eny tak, aby pracovníci nebyli vystavováni prachu.

10 Závěr

Lidský initel je ve většině případů rozhodující příčinou vzniku neřádných událostí a výrazným způsobem ovlivňuje také její průběh. Samotná tak představuje významný zdroj rizika, resp. riziko sám vytváří. Spolehlivost člověka, resp. lidské chybění je složitým a dosti nepředvídatelným parametrem. Posuzování spolehlivosti lidského initele a jeho vliv na daný pracovní proces tím pádem nelze chápat jako izolovaný krok nebo jednorázové rozhodnutí. Celková spolehlivost je dána spolehlivostí všech hlavních složek, které souvisejí s lidským initelem.

Provádění analýz spolehlivosti lidského initele v rámci pracovního systému není jednoduchou záležitostí a rozhodnutí ji nelze provádět bez potřebné kvalifikace a zkušeností. Výsledky, které však kvalitně zpracovaná analýza přináší, mohou být pro vedení firem velmi cenné, neboť umožní nalézt slabá místa pracovního systému a předkládají také nejvhodnější nápravná opatření, jejichž aplikace umožní zvýšit systémovou spolehlivost a bezpečnost.

Po celkové analýze technologického procesu loupání oceli je možné vyslovit závěr, že vliv na selhání lidského initele může mít prostředí, kdy může být obsluha loupací linky vystavena nepříznivým mikroklimatickým podmínkám, psychologickým faktorům, případně hluku.

Druhou skupinou faktorů, které mohou být příčinou selhání lidského initele je samotnáinnost pracovníků při provádění nejrizikovějších úkonů. Vznik chyby může způsobit zejména nejisté chování pracovníka, což může být způsobeno neznalostí potřebných předpisů a pracovních postupů, nedostatečným teoretickým školením a praktickým výcvikem obsluhy daného stroje, a to v běžných i mimořádných situacích. S tím je spojena i nedostatečná kvalifikace. Nejisté chování může mít také původ ve špatných předpisech, kdy je dokumentace týkající se daného technologického procesu nejasná a nesrozumitelná, případně jsou informace v ní obsažené nedostatečné, odporující si, chybné nebo neaktualizované, tím pádem neumožní správné provedení pracovního procesu.

Další příčinou vzniku lidské chyby může být provozní slepota nebo sebeuspokojení, kdy mohou operátoři obvykle propadnout pocitu, že již zcela ovládají proces, a že tento proces je vlastně jednoduchý, případně mohou věřit, že technologie zabezpečena takovým způsobem, že nemůže ke vzniku neřádných situací dojít. Tento pocit může být podporován i systémy automatického řízení po ita em.

V neposlední řadě je možné do skupiny příčin vyvolaných lidským jednáním zařadit nedostatek fyzických nebo duševních schopností obsluhy, nedostatečnou motivaci obsluhy i prosté nedopatření obsluhy, nepesnost nebo přehlédnutí.

Opatření, která by měla vzniku lidského selhání zamezit a zvýšit tím spolehlivost lidského initele, jsou z velké části závislá na přístupu vedení firmy k předcházení lidského chybování. Mezi důležitými body patří výběr vhodných pracovníků a zajištění kvalitní přípravy pro správnou obsluhu stroje.

Důležitá je také správná motivace pracovníků, tak aby se zvýšila jejich výkonnost a pracovní morálka. Je potřeba se snažit o změnu přístupu pracovníků tak, aby svou práci prováděli svobodně a s větší koncentrací, sami hledali nedostatky, neporušovali bezpečnostní předpisy a zavedené pracovní postupy a aktivně se zapojovali do zlepšování daného pracovního procesu.

Dále je nutné klást důraz na vhodné pracovní prostředí a pracovní podmínky, pravidelnou kontrolu a aktualizaci pracovních postupů a jiných dokumentů, na nichž je správné vykonávání pracovního procesu závislé a optimalizaci technických a ergonomických jednotlivých částí stroje, ovládacích prvků apod.

Pro vedení firem by proto mělo být nezbytné, aby se problematikou spolehlivosti lidského initele zcela vážně zabývali, nebo je to právě člověk, který tvoří nejslabší články pomyslného řetězu, jehož pevnost vyžaduje míru bezpečnosti při provozovaných činnostech. Proto je nutné analyzovat všechny aspekty tohoto faktoru.

Použitá literatura

- [1] *Zákon . 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií*, ve znění pozdějších předpisů, ročník 2006
- [2] *Zákon . 262/2006 Sb., zákoník práce*, ve znění pozdějších předpisů, ročník 2006
- [3] *Zákon . 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci*, ve znění pozdějších předpisů, ročník 2006
- [4] *Zákon . 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví*, ve znění pozdějších předpisů, ročník 2006
- [5] *Nařízení vlády . 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*, ve znění pozdějších předpisů, ročník 2007
- [6] Metodický pokyn odboru environmentálních rizik Ministerstva životního prostředí k rozsahu a způsobu zpracování dokumentu šPosouzení vlivu lidského initele na objekt nebo zařízení v souvislosti s relevantními zdroji riziků podle zákona . 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií. Věstník Ministerstva životního prostředí R, ročník XIII, číslo III. (2007).
- [7] Podniková dokumentace společnosti Tinecké železářny a.s.
- [8] KIRWAN, B. *A Guide to Practical Human Reliability Assessment*. London : Taylor & Francis Ltd., 1994. 593 s. ISBN 0-7484-0111-3.
- [9] BARTLOVÁ, I., BALOG, K. *Analýza nebezpečí a prevence prmyslových havárií I*, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 191 s. ISBN 978-80-7385-005-0
- [10] BARTLOVÁ, I. *Prevence a připravenost na závažné havárie*, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008, 47 s. ISBN 978-80-7385-049-4
- [11] FITEROVÁ, S. *Hygienické minimum*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. 73 s. ISBN 806866334660-4
- [12] PROCHÁZKOVÁ, D. *Bezpečnost lidského systému*, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. 139 s. ISBN 978-80-86634-97-5
- [13] SKŘEHOT, P.: *Posuzování vlivu lidského initele na bezpečnost provozu technologií*, VUBP Praha 2008

- [14] TĚTIKAR, J; VOSKOVEC, J; TĚMOLÍKOVÁ, J. *Analýza lidských chyb vedoucích k nehodám*. Fakulta sociálních věd UK, Praha, 2006.
- [15] GILBERTOVÁ, S; MATOUŠEK, O. *Ergonomie: Optimalizace lidské činnosti*, Praha : GRADA Publishing, 2002. 219 s. ISBN 80-247-0226-6.
- [16] KOTEK, L.: Analýza spolehlivosti lidského operátora. In: Sborník přednášek konference Aprochem 2003, Milovy, PCHE, 2003, s. 515-518, ISBN 80-02-01575-4.
- [17] HOLLINAGEL, E.: *Human Reliability Analysis: Context and Control*. Academic Press Inc., London, 1993. 336 s. ISBN 0-12-352658-2.
- [18] KOTEK, L. Použití metody Human HAZOP při redukci chyb operátorů. *Automata* [online]. 2009, 15, 11, s. 58-59 [cit. 2010-01-24]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39901>.
- [19] SKŘEHOT, P. Spolehlivost člověka v pracovním systému. *JOSRA : Journal of Safety Research and Applications* [online]. 2008, 1, [cit. 2010-01-15]. Dostupný z WWW: <http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-2008/spolehlivost_cloveka_skrehot.html>.
- [20] SKŘEHOT, P. Chyby lidského operátora a identifikace jejich příčin. *JOSRA : Journal of Safety Research and Applications* [online]. 2009, 1, [cit. 2010-01-15]. Dostupný z WWW: <http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-2009/skrehot_mips.html>.
- [21] ČSN IEC 61882. *Studie nebezpečí a provozuschopnosti (studie HAZOP) - Pokyny k použití*. Praha : český normalizační institut, 2002. 56 s.
- [22] ČSN EN 60812. *Techniky analýzy bezporuchovosti systému : Postup analýzy způsobů a sledků poruch (FMEA)*. Praha : český normalizační institut, 2007. 44 s.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Ovlivnění lovkap sobením vybraných faktor pracovního prostředí [20]	9
Obrázek 2 - Prvky systému lovk-stroj a jeho interakce s faktory prostředí [19]	19
Obrázek 3 - Technologické schéma loupací linky [foto: autor]	34
Obrázek 4 - Graf závažnosti rizik dle index získaných metodou FMEA	43
Obrázek 5 - Graf závažnosti rizik dle index získaných Paretovou analýzou	51

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Klíčová slova a jejich význam	28
Tabulka 2 - Pohled rizik loupacího linky	40
Tabulka 3 - Parametry metody FMEA	41
Tabulka 4 - Označení jednotlivých rizik vypočítaných metodou FMEA	42
Tabulka 5 - Popis jednotlivých faktorů metody TESEO	46
Tabulka 6 - Hodnoty pro jednotlivé faktory metody TESEO	47
Tabulka 7 - Vyhodnocení pravděpodobnosti lidské chyby	48
Tabulka 8 - Výsledné hodnoty pro jednotlivé situace při hodnocení metodou TESEO	48
Tabulka 9 - Neřádné události použité pro Paretovu analýzu	50
Tabulka 10 - Jednotlivé subsystémy metody Human HAZOP	52

Seznam příloh

Příloha . 1 - Ergonomické posouzení pracovního místa	
Příloha . 2 o Kontrolní seznamy k metodě TESEO	
Příloha . 3 o Fotodokumentace loupací linky [7]	
Příloha . 4 o Metoda HAZOP pro loupací linku	